

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL
DESEMPEÑO DE PROYECTOS



**DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL
DESEMPEÑO DE PROYECTOS**

Carlos Rubén Herrera Vargas

Stephany Herrera Vargas

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

Mayo, 2023

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL
DESEMPEÑO DE PROYECTOS

**Diseño de un modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de
proyectos**

Carlos Rubén Herrera Vargas

Stephany Herrera Vargas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Gerencia de Proyectos

Director:

Eduard Galvis Restrepo, PhD

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

Mayo, 2023

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/a

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a nuestros padres, quienes nos apoyaron incondicionalmente, nos han dado el mejor ejemplo, donde la educación es la columna vertebral de lo que somos hoy en día, gracias a ellos.

“La próxima vez que alguien se queje de que ha cometido un error, dígame que puede ser algo bueno. Porque sin imperfección, ni tú ni yo existiríamos.”

Stephen Hawking.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Agradecimientos

Queremos dar agradecimiento principalmente a la universidad EAN y todos sus profesionales, por toda la disposición y guía durante el proceso de estudio que se ha desarrollado en estos últimos años. Gracias a nuestro tutor, Eduard Galvis Restrepo, quien logró incentivar y motivar este trabajo durante todas sus etapas, nos otorgó su conocimiento y experiencia, llegando a superar los resultados esperados desde un inicio por nosotros.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Resumen

Con las nuevas tecnologías emergentes en especial con la ciencia de datos y los diferentes desarrollos tecnológicos, se vislumbra una gran oportunidad en el uso de los datos para la generación de conocimiento, esto sumado a la gestión de proyectos vista como uno de los mecanismos sobre el cuál las diferentes organizaciones buscan el cumplimiento de su estrategia, por esta razón surge la necesidad de poder entender como la analítica de datos puede ser aplicada en la medición del desempeño de proyectos y generar conocimiento para la toma decisiones y acciones para lograr el éxito de los proyectos y a su vez la estrategia corporativa de una organización. En el presente trabajo se desarrolló un modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de proyectos, a través de la metodología CRISP-DM que permitió comprender la necesidad, entender los datos para prepararlos, modelar, evaluar e implementar, logrando así un prototipo sobre una herramienta tecnológica que contiene el modelo de datos, procesos de análisis estadístico y un tablero de información que permitió dar visibilidad sobre los indicadores y análisis de resultados de acuerdo al estado registrado de un proyecto. Gracias a esto, se demostró que por medio de un modelo base de datos y la aplicación de analítica descriptiva y predictiva es posible generar una herramienta enfocada en la medición de desempeño, otorgando soluciones a las preguntas frecuentes de los gerentes de proyectos sobre el estado de estos.

Palabras clave: *Medición de desempeño, Analítica de datos, Valor ganado, Modelo de datos, Gestión de proyectos.*

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Abstract

With the new emerging technologies, especially with data science and the different technological developments, there is a great opportunity in the use of data for the generation of knowledge, this added to the project management seen as one of the mechanisms on the which different organizations seek to fulfill their strategy, for this reason there is a need to understand how data analytics can be applied to measure project performance and generate knowledge for decision-making and actions to achieve the success of projects. projects and in turn the corporate strategy of an organization. In the present work, a data analytics model was developed for the measurement of project performance, through the CRISP-DM methodology that allowed understanding the need, understanding the data to prepare it, modeling, evaluating, and implementing it, thus achieving a prototype. on a technological tool that contains the data model, statistical analysis processes and an information board that allowed to give visibility on the indicators and analysis of results according to the registered status of a project. Thanks to this, it was demonstrated that through a database model and the application of descriptive and predictive analytics it is possible to generate a tool focused on performance measurement, providing solutions to frequently asked questions from project managers about the status of these.

Keywords: *Performance Measurement, Data Analytics, Earned Value, Data Model, Project Management*

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Tabla de contenido

1. Introducción.....	17
2. Objetivos	21
2.1. <i>Objetivo general.....</i>	<i>21</i>
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	<i>21</i>
3. Justificación	22
4. Marco Teórico.....	24
4.1. <i>Definición de Proyecto</i>	<i>25</i>
4.2. <i>Capacidades Analíticas</i>	<i>27</i>
4.3. <i>Extracción de conocimiento</i>	<i>28</i>
4.4. <i>Inteligencia de Negocios</i>	<i>30</i>
4.4.1. <i>Modelo Estrella</i>	<i>31</i>
4.4.2. <i>Modelo Copo de Nieve.....</i>	<i>32</i>
4.5. <i>Medición de proyectos.....</i>	<i>33</i>
4.6. <i>Técnica de valor ganado</i>	<i>35</i>
5. Hipótesis	38
6. Variables	39
7. Metodología	40
8. Modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de proyectos.....	45
8.1. <i>Estrategia del Negocio.....</i>	<i>46</i>
8.1.1. <i>Objetivos del negocio.....</i>	<i>46</i>
8.1.2. <i>Evaluación de recursos.....</i>	<i>46</i>
8.1.3. <i>Supuestos y Restricciones</i>	<i>47</i>

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.2.	<i>Comprensión de los datos</i>	48
8.2.1.	Recolección de datos iniciales	48
8.2.1.1.	Registro de proyecto	48
8.2.1.1.1.	Medio de recolección registro de proyecto	48
8.2.1.1.2.	Caracterización de los datos registro de proyecto	49
8.2.1.2.	Registro de control de cambios	50
8.2.1.2.1.	Medio de recolección registro de control de cambios	50
8.2.1.2.2.	Caracterización de los datos registro de control de cambios.	50
8.2.1.3.	Registro de avance	51
8.2.1.3.1.	Medio de recolección registro de avance.	51
8.2.1.3.2.	Caracterización de los datos registro de avance.	52
8.2.1.4.	Registro satisfacción de interesados	53
8.2.1.4.1.	Medio de recolección registro de satisfacción de interesados.	53
8.2.1.4.2.	Caracterización de los datos encuesta de satisfacción.	54
8.2.1.5.	Registro Plan de hitos	55
8.2.1.5.1.	Medio de recolección plan de hitos.	55
8.2.1.5.2.	Caracterización de los datos plan de hitos	55
8.2.1.6.	Registro Seguimiento hitos	56
8.2.1.6.1.	Medio de recolección seguimiento hitos.	56
8.2.1.6.2.	Caracterización de los datos seguimiento hitos	57
8.2.2.	Almacenamiento de datos	57
8.2.3.	Calidad de los datos	58
8.3.	<i>Preparación de los datos</i>	60
8.3.1.	Selección de datos	60
8.3.2.	Limpieza de datos	61
8.3.3.	Construcción de datos	61

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.3.3.1.	Variables de rendimiento	61
8.3.3.2.	Variables de estimación.....	63
8.3.3.3.	Variables de satisfacción	65
8.3.4.	Analítica de datos.....	66
8.4.	<i>Modelado de datos</i>	68
8.5.	<i>Evaluación (caso de estudio)</i>	70
8.6.	<i>Implementación</i>	74
8.6.1.	Desarrollo Pagina Web.....	76
8.6.2.	Desarrollo de modelo de analítica de datos	78
8.6.3.	Dashboard	81
8.6.3.1.	Estado de Proyecto.....	81
8.6.3.2.	Satisfacción de los interesados.....	85
8.6.3.3.	Análisis de datos	87
8.6.3.4.	Estado del proyecto en cuanto a los hitos.....	89
8.7.	<i>Mantenimiento</i>	90
9.	Análisis de resultados y discusión	92
10.	Conclusiones y Trabajo Futuro	96
10.1.	<i>Conclusiones</i>	96
10.2.	<i>Trabajo futuro</i>	98
11.	Referencias	99
12.	ANEXOS	106
12.1.	<i>ANEXO A. Manual de usuario: herramienta tecnológica para la medición de proyectos....</i>	<i>106</i>
12.2.	<i>ANEXO B. Artículo de revisión Medición de desempeño: Valor ganado y Valor de negocio</i>	<i>109</i>

Lista de Figuras

Figura 1. Medición de proyectos conceptos y autores.....	24
Figura 2. Esquema de capacidades analíticas	28
Figura 3. Metodología CRISP-DM.....	29
Figura 4. Esquema de desarrollo	42
Figura 5. Estimación de tiempo.....	44
Figura 6. Recolección de datos registro de proyecto.....	49
Figura 7. Registro de control de cambios	50
Figura 8. Registro de avance	52
Figura 9. Encuesta de satisfacción.....	53
Figura 10. Plan de hitos	55
Figura 11. Seguimiento hitos.....	56
Figura 12. Características de los datos en la Big Data	59
Figura 13. Etapas de procesamiento de datos	59
Figura 14. Relacionamiento de tablas	69
Figura 15. Datos caso de estudio Power BI	71
Figura 16. Validación datos caso de estudio Power BI.....	72
Figura 17. Prueba del modelo de analítica de datos generado.....	72
Figura 18. Esquema Funcional del Modelo de Analítica de Datos.....	75
Figura 19. Esquema Técnico Modelo de Analítica de Datos	76
Figura 20. Visual módulo de acceso	77
Figura 21. Visual herramienta	77
Figura 22. Árbol de decisión modelo de analítica de datos.....	79
Figura 23. Visual Desarrollo Power Query	80
Figura 24. Diagrama construcción de condicionales	80

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 25. Estado del proyecto	82
Figura 26. Predicciones	84
Figura 27. Referencias.....	86
Figura 28. Visual Análisis de datos	87
Figura 29. Referencias.....	90
Figura 30. Esquema de mantenimiento.....	91
Figura 31. Red bibliográfica de temas.....	111

Lista de Tablas

Tabla 1. Dimensiones clave del valor ganado.....	37
Tabla 2. Variables	39
Tabla 3. Objetivos y actividades del esquema de desarrollo.....	42
Tabla 4. Caracterización de datos registro de proyecto	49
Tabla 5. Caracterización de datos registro de control de cambios	51
Tabla 6. Caracterización de datos registro de avance	52
Tabla 7. Caracterización de datos encuesta de satisfacción.....	54
Tabla 8. <i>Caracterización de datos encuesta de satisfacción</i>	55
Tabla 9. <i>Caracterización de datos encuesta de satisfacción</i>	57
Tabla 8. Selección de datos recolectados	60
Tabla 9. Indicadores base para el análisis de cronograma y costo	61
Tabla 10. Interpretaciones de las medidas básicas de rendimiento	62
Tabla 11. Variables de estimación.....	63
Tabla 12. Preguntas clave de gestión de proyectos.....	64
Tabla 13. Condicionales generadas	66
Tabla 14. Caso de estudio variables.....	70

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Tabla 15. Registro de proyecto práctico	71
Tabla 16. Registro de avance practico.....	71

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

1. Introducción

A lo largo del tiempo, se ha visto como la humanidad ha enfrentado diferentes cambios y ha conceptualizado a hoy 4 revoluciones industriales como consecuencia de la búsqueda para mejorar sus condiciones de vida, marcando hitos representativos tanto en lo social, económico, cultural, ambiental y organizacional. La cuarta revolución industrial de la “digitalización” ha permitido reconocer un presente y un futuro donde tecnologías emergentes como internet de las cosas, sistemas cibernéticos, inteligencia artificial, Big Data, ciencia de datos, entre otros, son los promotores del cambio que representan la reinención de un mundo que busca evolucionar a través de la tecnología y la transformación digital.

Bajo las nuevas tecnologías emergentes en especial la ciencia de datos, el Harvard Data Science Initiative a través del (World Economic Forum, 2022) mencionan que “El objetivo fundamental de cualquier análisis de datos constructivo es extraer la información codificada en los datos y usarla para actualizar nuestra comprensión del mundo y guiar nuestro comportamiento colectivo de una manera positiva.” Y no solo esto, también mencionan allí que las diferentes herramientas fundamentales para el análisis de datos pueden ser aplicadas en cualquier campo. De manera que, surge la necesidad de poder entender el cómo la analítica de datos puede ser aplicada en medición de proyectos y la toma de decisiones y acciones para lograr el éxito.

Para empezar a entender esta alineación de la analítica de datos y la medición de proyectos, (Bara, OBS Business School, 2019) refiere que “los datos basados en proyectos con análisis pueden permitir a los gerentes y ejecutivos de proyectos medir, observar y analizar el desempeño del proyecto de manera objetiva y tomar decisiones y compromisos basados en hechos.” esto permitirá comprender patrones y tendencias que puedan mejorar el éxito de los proyectos. Asimismo, dentro de las buenas prácticas que

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

menciona el PMBOK 7ª edición (Project Management Institute, 2021), se encuentra la importancia de crear y gestionar métricas que contienen atributos del proyecto o del producto y cómo medirlas. Concretamente, la gestión de proyectos define este tipo de métricas bajo una línea base de proyecto como eje central para medir la variación del desempeño real a través de la técnica de valor ganado. Esta técnica, proporciona desde el principio, indicadores de los resultados esperados para el proyecto, en función de su desempeño y sobre el cual se pueden tomar decisiones y acciones, lo que le permite al director del proyecto ajustar su estrategia de acuerdo con los objetivos previstos (Almeida, Abrantes, Romao, & Proenza, 2020).

Con relación a la medición del desempeño de proyectos, el (Project Management Institute, 2022) en su informe: “Medir lo importante” destaca que si la calibración del éxito del proyecto se limita a las métricas del triángulo de hierro (alcance, cronograma y costo) a menudo condena a los proyectos y a las PMO que los supervisan a ser “señalados” como de deficiente retorno de la inversión para las organizaciones. Por lo cual, para minimizar este problema, se refuerza la intención de explorar esta gran oportunidad entre lo que la analítica de datos puede hacer en la gestión de proyectos bajo una mirada más integral y focalizada en la medición del valor y el éxito de los proyectos. Además de explorar a través del modelo de analítica de datos nuevas formas para que los directores de proyecto puedan medir e interpretar muy bien los diferentes resultados de un proyecto y así lograr que las cosas pasen, pues como consideran (LLedó & Rivarola, 2007, pág. 11) “El buen director de proyectos comprende rápidamente el problema e implementa las soluciones correctas, manifestando una gran capacidad para adaptarse a los cambios” y destacan que una buena decisión que no llega en el momento oportuno podría convertirse en una mala decisión.

Por otra parte, a la fecha de redacción de este documento, no hay evidencia suficiente de un modelo de analítica de datos estándar para la medición de proyectos

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

bajo estas condiciones, pero gracias a (Diez, Perez, Perez, & Montes, 2012) se ha comprobado que la frecuencia de uso de indicadores en la gestión de proyectos normalmente es baja, sin embargo, la adopción influye sobre el desempeño, algunas veces con mayor o menor impacto. De ahí, que este trabajo de grado explora la manera de lograr una sinergia entre la analítica de datos y la gestión de proyectos. Para ello, se realiza una revisión del estado del arte para la medición de proyectos, la identificación de métricas que más puedan generar valor, la arquitectura de datos y el desarrollo de un prototipo que permita evaluar el modelo de analítica de datos e identificar oportunidades de mejora para su evolución.

En particular, la construcción de este modelo de analítica de datos base, contempla dos de las cuatro capacidades primarias de la analítica que describen (Maldonado & Vairetti, 2022) (1) analítica descriptiva, (2) analítica de diagnóstico, (3) analítica predictiva y (4) analítica prescriptiva. Adicionalmente, se aplica un proceso CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining (Maldonado & Vairetti, 2022) como método para la extracción de conocimiento y el enfoque de Kimball (Forero & Sanchez, 2021) para el desarrollo de modelos analíticos, bajo la comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación, despliegue y mantenimiento. El objetivo es la búsqueda de generar valor a los líderes de proyectos para gestionar y que de allí se puedan tomar decisiones y acciones oportunas y estratégicas para el éxito de sus proyectos. Por otra parte, el modelo de analítica de datos contribuye a la construcción de la base para el desarrollo de una capacidad tecnológica habilitada en función a la gestión de proyectos.

Para finalizar, el documento se estructura de la siguiente manera, en el capítulo 1 se ha mostrado la introducción que da un contexto general de este trabajo de grado, además de dilucidar el planteamiento del problema. En el capítulo 2, se puede visualizar el objetivo general y los objetivos específicos. En el capítulo 3 se presenta la justificación

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

de este trabajo. En el capítulo 4, se muestra el marco teórico que presenta teorías, modelos y conceptos que fundamentan el estudio, en el capítulo 5 la hipótesis planteada como respuesta a la pregunta de investigación. A su vez en el capítulo 6, evidencia aquellas variables que permitirán comprobar los fenómenos estudiados. Por su parte, en el capítulo 7 se presenta la metodología de este trabajo, el capítulo 8 contiene el desarrollo del trabajo desde la descripción de las etapas y el desarrollo de estas mismas. El capítulo 9 discusión de acuerdo con los resultados. Finalmente, el capítulo 10 presenta las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diseñar un modelo de analítica de datos para la medición de proyectos que permita evaluar el estado del proyecto y contar con información oportuna para la toma de decisiones.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar en el estado del arte, los diferentes tipos de medición y modelos de analítica de datos que han sido mayormente utilizados para la gestión de proyectos en los últimos 10 años.
- Aplicar las etapas de la metodología CRISP-DM con enfoque en la medición de proyectos, para generar el modelo de analítica de datos.
- Construir un prototipo para la aplicación del modelo de analítica de datos, propuesto para la medición de proyectos.
- Validar con un caso de estudio que el modelo de analítica de datos funcione adecuadamente y genere valor para la toma de decisiones en la ejecución de un proyecto.

3. Justificación

Basados en la evolución tecnológica y sistemática de los últimos años y a su vez desde la evolución en gestión de proyectos hacía un enfoque de generación de valor, el (Project Management Institute, 2022) identifica seis áreas como las principales habilidades de la era digital para la entrega de productos, a saber: 1. Mentalidad innovadora, 2. Conocimiento sobre cumplimiento legal y regulatorio, 3. Conocimiento de seguridad y privacidad, 4. Habilidades de ciencia de datos, 5. Capacidad para tomar decisiones basadas en datos y 6. Habilidades de liderazgo colaborativo. Dos de estas 6 habilidades (4y5) resaltan la importancia de los datos y las capacidades de tomar decisiones sobre ellos, lo que evidencia que la construcción de este trabajo representaría un avance significativo en el apoyo al desarrollo de capacidades analíticas para los Gerentes de Proyectos, a través de la ciencia de datos y lo que las nuevas metodologías y tecnologías han proporcionado en los más recientes años.

El presente trabajo de grado explora lo que la analítica de datos puede hacer para la medición del desempeño de los proyectos y la construcción de un prototipo tecnológico que le permita a los Gerentes de Proyecto identificar, interpretar y analizar los datos en función a la toma de decisiones y estrategias para el éxito de los proyectos. Se contemplan aplicar los cuatro enfoques clave para mejorar la forma en que se miden los impactos de los proyectos y programas de acuerdo con los resultados de la encuesta Global de PMI y PwC sobre Transformación y Dirección de proyectos del (Project Management Institute & PWC, 2022)

- 1- Aumentar el número de mediciones y la frecuencia de medición.
- 2- Aumentar la efectividad de las mediciones.
- 3- Involucrar a los interesados adecuados.
- 4- Aumentar el uso de la tecnología.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

El valor de este trabajo de grado para los Profesionales en Gerencia de Proyectos recae en que a través de este modelo de analítica de datos y prototipo a bajo costo, puede permitirles realizar la medición de un proyecto de una manera simple y ágil y donde fácilmente puedan siempre responder a preguntas como:

- ¿Estamos entregando más o menos trabajo de lo planeado?
- ¿Cuándo se completaría el proyecto?
- ¿Estamos actualmente por encima o por debajo del presupuesto?

Con el desarrollo del trabajo de grado, se espera poder tener bases sólidas para que la visual que se tiene hoy en día de un Gerente de Proyectos pueda evolucionar, pasando de ser un “planificador” a un “estratega”, ya que con la ayuda de la medición del desempeño, los gerentes pueden intentar cambiar la trayectoria del éxito, ya sea en términos de gestión de proyectos, éxito organizacional o ambos, al alinear las medidas de rendimiento de la organización y del proyecto” (Korhonen, Aki, Teemu, & Natalia, 2022). En consecuencia, para la gestión de proyecto se habilitará a gerentes e interesados de un proyecto, una herramienta sobre la cual puedan identificar más oportunamente el estado actual del proyecto y no solo esto, sino a contar con estimaciones y proyecciones al mantener una tendencia y porque no a relacionar el estado de un proyecto con la satisfacción de los interesados y aportar en la gestión de estos.

4. Marco Teórico

En esta sección se describen los principales fundamentos teóricos y conceptuales claves para contextualizar la construcción del modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de proyectos. En este sentido, se describen conceptos tales como: proyecto, capacidades analíticas, extracción de conocimiento, herramientas de inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés), medición de proyectos y técnicas de valor ganado.

Como parte del resultado en la elección de estas teorías, se realizó un artículo de revisión previo “Medición de desempeño: Valor ganado y Valor de negocio” que permitió identificar la importancia de la técnica de valor ganado para la medición de proyectos generada por el Project Management Institute (Ver anexo B). Además, como fuente teórica para el desarrollo de esta propuesta y para lograr esa sinergia entre la analítica de datos se involucraron nuevos conceptos y autores que se pueden visualizar en la figura 1,

Figura 1. Medición de proyectos conceptos y autores



Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

4.1. Definición de Proyecto

El (**Project Managment Institute, 2021**) define un proyecto como aquel esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, donde su naturaleza temporal indica un inicio y fin definido para el trabajo propuesto.

Adicionalmente, proporciona las siguientes características que lo definen:

- Duración: Corto plazo, temporal
- Alcance: Tienen objetivos definidos. El alcance se elabora progresivamente a lo largo del ciclo de vida
- Cambio: Los equipos de proyecto esperan cambios e implementan procesos para abordar los cambios según sea necesario.
- Éxito: Es medido según la calidad del producto y del proyecto, los plazos el presupuesto, la satisfacción de cliente y el logro de los resultados previstos.
- Financiamiento: Es determinado en gran medida por adelantado, en base a las proyecciones del ROI y las estimaciones iniciales, El financiamiento se actualiza en función del desempeño real y las solicitudes de cambio.

Dada la definición de proyecto en los párrafos anteriores, es importante entender el cómo realizar su gestión y para ello (**Ocaña, 2012**) indica que la gestión de proyectos es la aplicación del conocimiento, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de un proyecto con el objetivo de cumplir con los requisitos, balanceando: alcance, tiempo, coste, riesgo y calidad, necesidades y los diferentes intereses y expectativas de los interesados. Además, (**Wallace, 2002**) resalta algunos beneficios asociados principalmente a la gestión de proyecto, entre esto tenemos los siguientes:

- Los proyectos son necesarios para la evolución de la organización, y la gestión de proyecto es el conjunto de herramientas que permite que los proyectos alcancen sus criterios de éxito.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- La gestión de proyecto puede alentar a una organización a desarrollar nuevos productos con más rapidez. A menudo, las innovaciones y la investigación y desarrollo se pueden llevar a cabo más rápidamente cuando se cuenta con equipos de proyecto multidisciplinarios.
- La gestión de proyecto ayuda a la gestión eficaz del cambio. Permite que las organizaciones lleven a cabo proyectos complejos y de baja tolerancia que, de otra manera, serían demasiado riesgosos.

Para concluir, **(Ameijide, 2016)** describe los procesos de gestión de proyectos que se agrupan en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de Gestión de Proyectos o grupos de procesos:

- Grupo de procesos de Inicio. Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente mediante la obtención de la autorización para iniciar el proyecto o fase.
- Grupo de procesos de Planificación. Aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos y desarrollar el curso de acción requerido para alcanzar dichos objetivos.
- Grupo de procesos de Ejecución. Aquellos procesos realizados para terminar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Grupo de procesos de Seguimiento y control. Aquellos procesos requeridos para monitorizar, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que sean necesarios cambios al plan y para iniciar los cambios correspondientes.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- Grupo de procesos de Cierre. Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase de este.

4.2. Capacidades Analíticas

(Zapata, 2021) Indica que el análisis de datos es la utilización de información con el fin de extraer conocimiento de una serie de datos, el objetivo del análisis de datos es tomar mejores decisiones de acuerdo con la información obtenida en los datos, el concepto de analítica va más allá de esto, un concepto, tiene una composición que incluye, modelos matemáticos, estadísticos, además de metodologías que permiten un análisis de información más rápido y exacto. Evolucionando este concepto hacia los negocios se encontró que la analítica de negocios considera cuatro capacidades analíticas primarias: descriptiva, de diagnóstico, predictiva y prescriptiva. (Maldonado & Vairetti, 2022) Cada uno de los conceptos se describe a continuación:

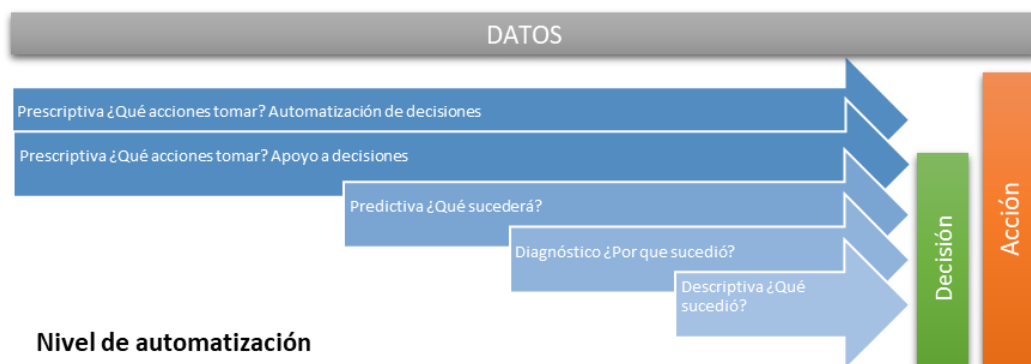
- **Analítica descriptiva:** Representa la base de cualquier tipo de análisis de datos, permitiendo acceder a información básica o específica, dependiendo del contexto y del problema de negocio a analizar, de tal manera que permita responder preguntas tales como: ¿Qué sucedió?, ¿cómo sucedió? O ¿cuándo sucedió?
- **Analítica de diagnóstico:** Permite responder por qué sucedió algo en específico, involucra la interacción de varias variables o factores que pueden influir en un determinado fenómeno.
- **Analítica predictiva:** Permite identificar patrones o tendencias en los datos disponibles que puedan ser extrapolables a futuro. Asumiendo que el pasado es un buen predictor del futuro, se puede inferir comportamientos con el fin de anticipar necesidades.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- **Analítica prescriptiva:** Responde a la pregunta más desafiante ¿qué debería hacer?, para ello combina estrategias predictivas (ya sea basada en IA o Big Data) con técnicas que permitan la automatización de decisiones.

De acuerdo con la descripción de estas 4 capacidades de analítica anteriormente mencionadas, (Maldonado & Vairetti, 2022), lo esquematizan en la figura 2 donde cada una hace referencia a distintas preguntas y a sus respectivas respuestas, y, además, requieren de distintas decisiones y acciones a realizar.

Figura 2. Esquema de capacidades analíticas



Fuente. Adaptado de (Maldonado & Vairetti, 2022) Ciencia de los datos aplicada al mundo de los negocios.

4.3. Extracción de conocimiento

De acuerdo (Maldonado & Vairetti, 2022) los esfuerzos relacionados con esta área de conocimiento se han abocado a la investigación de diversas técnicas y algoritmos para el procesamiento de la información y posterior análisis y extracción de patrones en ella. Entre estas describen el modelo KDD (Knowledge Discovery in Databases) como el primer modelo aceptado por la comunidad científica que estableció etapas para un proyecto de minería de datos, bajo los siguientes pasos:

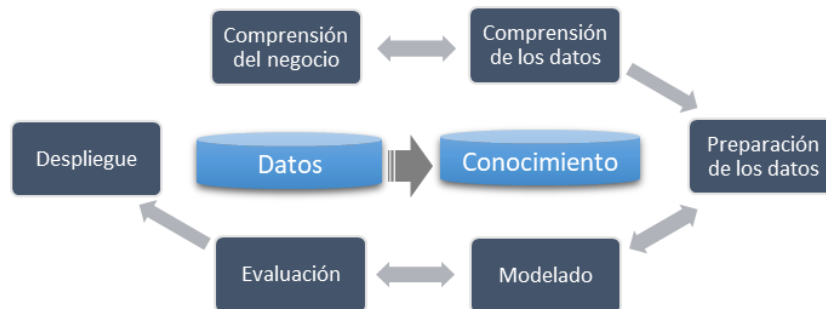
1. Selección de un conjunto de datos

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

2. Pre-procesamiento y limpieza de datos
3. Transformación de datos
4. Modelado
5. Interpretación/evaluación

(Carrillo, 2018) describe que la minería de datos es el proceso de extraer información de grandes cantidades de datos y buscar patrones de comportamiento; la minería de datos es aplicada en diferentes ámbitos, por otra parte (Maldonado & Vairetti, 2022) complementa describiendo la metodología CRISP-DM como una adaptación del proceso KDD, donde esta metodología se basa en la práctica y experiencia real de analistas de minería de datos, y se organiza en fases, procesos, entregables y actividades como se ilustra en la figura 3.

Figura 3. Metodología CRISP-DM



Fuente: Adaptado de (Maldonado & Vairetti, 2022). Ciencia de los datos aplicada al mundo de los negocios.

- **Comprensión del negocio:** el propósito de esta fase es conocer una perspectiva clara y realista del negocio, de sus objetivos, sus recursos actuales (a nivel de fuentes de datos, software, hardware y personal), sus problemas y preguntas a responder, de manera tal que los esfuerzos a realizar vayan en la dirección correcta. Es necesario listar tanto un objetivo principal como objetivos secundarios.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- **Comprensión de los datos:** Se considera la colección de datos, en su estado inicial, se destaca el conocer su origen, calidad, características, estructura, problemas, riesgos, etcétera.
- **Preparación de los datos:** Considera todas las actividades requeridas para conseguir el conjunto de datos final, sobre el cual se aplicarán los modelos y herramientas, incluye: la selección, limpieza, transformación e integración. La preparación de datos está formada por una serie de técnicas que tienen el objetivo de inicializar correctamente los datos que servirán de entrada para los algoritmos de minería de datos. (García, Ramirez, Luengo, & Herrera, 2016)
- **Modelado:** Su propósito radica en disponer un modelo que dé soporte a la consecución de los objetivos, va a depender del modelo de analítica de datos definido, el cual puede ser segmentación, clasificación predicción u otros. Se puede definir un modelo de datos como un conjunto de símbolos, conceptos y reglas que nos permiten representar los datos que se van a almacenar en una base de datos. (Piñeiro, 2013)
- **Evaluación del modelo:** Evalúa la calidad tanto de los resultados en base a criterios de éxitos, como del acercamiento de los objetivos del negocio, en esta se identifican errores, propuestas de mejora y optimizaciones.
- **Despliegue o implementación:** Este representa el cómo los conocimientos serán propagados hacia las partes interesadas.

4.4. Inteligencia de Negocios

Como menciona (López, 2018, pág. 11), la inteligencia de negocios “Hace referencia al manejo optimizado de los datos que almacena, recopila y analiza una organización, siendo capaz de transformarlos en decisiones estratégicas que permitan el

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

diseño de acciones orientadas a alcanzar el éxito empresarial”, para ello como indica (Rosado & Rico, 2010, pág. 322) “esto se logra mediante el uso de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar, transformar datos, y aplicar en ellos técnicas analíticas de extracción de conocimiento”. En la búsqueda de esto, el (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2018) resalta la tendencia de herramientas de inteligencia de negocios, basado en el cuadrante mágico de Garner que para el 2022 lidera Power Bi de Microsoft, Seguido de aplicaciones como Tableau, Qlik, Sisense, MicroStrategy, entre otras.

Como parte de los proyectos de BI, se encuentra el proceso de modelado, que permite analizar los datos, examinarlos y estructurarlos de manera que sean utilizables para el respectivo tratamiento y análisis de estos, para ello, (Rivera, 2018) referencia dos tipos de modelos básicos como lo son el modelo de estrella y el modelo compa de nieve, y los describe de la siguiente manera:

4.4.1. Modelo Estrella

Es la estructura más sencilla. Hay una tabla de hechos central que contiene los datos para el análisis, rodeada de las tablas de dimensión. Lo que caracteriza a la arquitectura de estrella es que sólo ha una tabla de dimensiones para cada dimensión. Esto quiere decir que la única tabla que tiene relación con otra es la de hechos, lo que significa que toda la información relacionada con una dimensión debe estar en una sola tabla. Las tablas de dimensiones deben tener una clave primaria, la clave principal de la tabla de hechos estará compuesta por las claves principales de las tablas de dimensiones. En las tablas de dimensiones se encuentran los atributos de los datos cuantificables que se encuentran en la tabla de hechos (Rivera, 2018).

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

4.4.2. Modelo Copo de Nieve

Este modelo se diferencia principalmente del modelo de estrella en que no solo la tabla de hechos tiene relación con otras tablas, sino que hay otras tablas que se relacionan con las dimensiones sin tener relación con los hechos. Para conseguir un esquema en copo de nieve se ha de tomar un esquema en estrella y conservar la tabla de hechos, centrándose únicamente en el modelado de las tablas de dimensión, que ahora se dividen en sub-tablas. El modelo fue concebido para facilitar el mantenimiento de las dimensiones, sin embargo, esto hace que se vinculen más tablas, haciendo la extracción de datos más difícil, así como vuelve compleja la tarea de mantener el modelo (Rivera, 2018).

Teniendo en cuenta que una solución de BI no puede ser algo estático y definitivo se creó la técnica Kimball que de acuerdo con (Forero & Sanchez, 2021) se basa en los siguientes principios básicos:

- **Centrarse en el negocio:** Hay que tener un conocimiento profundo acerca del negocio, para poder implementar el modelo a partir de un buen esquema de requerimientos.
- **Construir una infraestructura de información adecuada:** Se debe hacer un análisis a fondo de la información a analizar, para así poder generar los modelos adecuados para los datamarts.
- **Realizar entregas en incrementos significativos:** Según la metodología se deben hacer entregas en plazos acordados con la organización teniendo en cuenta que estos no sean tan extensos ni tan cortos.
- **Ofrecer la solución completa:** La finalidad de este principio es que se debe hacer una entrega de un diseño funcional, que cumpla con las expectativas de la organización, se deben entregar herramientas de consulta, aplicaciones gráficas

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

para informes, capacitación y soporte, dependiendo de la tecnología elegida para la implementación

Para concluir, una solución de BI tradicional generalmente parte de varios orígenes de datos como las bases de datos transaccionales a los que aplica una transformación estructural mediante procesos ETL (Extracción, Transformación y Carga), estos datos son integrados en un almacén de datos central llamado Datawarehouse. Sobre estos repositorios las herramientas de BI realizan las consultas para mostrar la información analítica y transformarla en conocimiento para una correcta toma de decisiones.

(Catucuamba, 2019)

4.5. Medición de proyectos

De acuerdo con (Project Management Institute, 2021), la medición involucra evaluar el desempeño del proyecto e implementar respuestas apropiadas para mantener un desempeño óptimo, sobre el que se espera:

- Una comprensión confiable del estado del proyecto
- Datos procesables para facilitar la toma de decisiones
- Acciones oportunas y apropiadas para mantener el desempeño del proyecto de acuerdo con lo planeado
- Lograr objetivos y generar valor de negocio mediante la toma de decisiones informadas y oportunas basadas en pronósticos y evaluaciones confiables.

(Arboleda, 2013) resalta la importancia de las mediciones de desempeño las cuales deben ser veraces y no deben ocultar la verdad sobre lo que está ocurriendo, además que este debe informar el rendimiento del alcance, cronograma, costo y calidad e incluir pronósticos o proyecciones de tiempos y costo, para decidir con acciones preventivas y correctivas.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Además, (Arboleda, 2013) describe que el informe de desempeño debe detallar los siguientes aspectos del proyecto:

- **Estado:** Fecha de corte, dice donde se encuentra el proyecto en relación con la línea base para la medición del rendimiento.
- **Avance:** Relaciona lo que se ha logrado y, en muchos casos, lo expresa en términos porcentuales sobre lo planificado y contenido en la línea base.
- **Tendencia:** Presenta resultados que ha tenido el proyecto durante su desarrollo y los analiza con el fin de conocer su comportamiento en términos de rendimiento.
- **Proyecciones:** Muestra el posible escenario futuro del proyecto en términos de rendimiento costo y tiempo.
- **Variación:** Relaciona los resultados a la fecha con los de la línea base.
- **Valor ganado:** Combina las mediciones de alcance, costo y tiempo para conocer variaciones e índices de desempeño del proyecto.

Teniendo en cuenta estos aspectos anteriormente mencionados, se resalta que estos buscan responder a las siguientes preguntas y que como lo menciona (Toro, 2020) es importante asegurar el valor de las medidas, asegurar que se han sido debidamente recolectadas, asegurar que se visibilicen de una manera clara y que el equipo de proyecto este entrenado en su uso y valor:

- ¿Estamos en programa o atrasados?
- ¿Estamos utilizando el tiempo en forma eficiente?
- ¿Cuál es el tiempo probable que tomará el trabajo faltante?
- ¿Cuándo esperamos terminar el proyecto?
- ¿Estamos en presupuesto o desfasados?
- ¿Estamos utilizando los recursos en forma eficiente?
- ¿Cuál es el costo probable del trabajo faltante?

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- ¿Cuánto nos costará al final el proyecto?
- ¿En cuánto se estará por encima o por debajo del presupuesto cuando termine el proyecto?"

Otra de las técnicas para la medición de desempeño que define **(Jeroen, Annelies, Mario, & Mathieu, A multivariate approach for top-down project control using earned value management, 2015)** es la simulación de Montecarlo, que permite la incorporación de la duración de la actividad y las incertidumbres de costos mediante la asignación de una función de distribución de probabilidad a las estimaciones de referencia.

Para concluir, **(Xingguang Chen, 2022)** da una visión más disruptiva, donde la técnica de valor ganado puede ser adaptada de acuerdo con la necesidad de negocio, al aplicarla se establece el benchmark de gestión del valor ganado que cumple con el contrato, luego se analiza la ruta crítica para determinar los nodos clave de seguimiento, y finalmente se analiza el valor de rendimiento de los nodos de monitoreo. En el proceso de análisis, se puede llevar a cabo un análisis integral del desempeño general actual del proyecto y la asignación de recursos, advertir previamente los riesgos que puedan surgir entre ellos, con el fin de ayudar al director del proyecto a corregir las desviaciones en el proceso del proyecto de manera oportuna, para garantizar que el proyecto se pueda ejecutar normalmente de acuerdo con el contrato.

4.6. Técnica de valor ganado

El **(Project Management Institute, 2001)** define la gestión del valor ganado como una metodología de gestión que integra alcance, cronograma y costo, cuya función es medir objetivamente el desempeño y progreso del proyecto, además, de pronosticar el resultado de este.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

La aplicación de esta técnica toma como base la línea base de costo y cronograma, una vez establecidas, permitirán comprender el desempeño del proyecto durante la ejecución, a través de comparaciones que permitirán conocer el estado y datos del proyecto para proyectar resultados probables y para que la gerencia tome decisiones oportunas y útiles, **(Project Management Institute, 2001)**

Esta técnica es esencial para la gestión del proyecto de tal manera que como lo menciona **(Project Management Institute, 2001)**, puede responder preguntas de gestión fundamentales para el éxito del proyecto como:

- ¿Estamos entregando más o menos trabajo de lo planeado?
- ¿Cuándo se completaría el proyecto?
- ¿Estamos actualmente por encima o por debajo del presupuesto?
- ¿Cuál es el costo probable del trabajo restante?
- ¿Cuál es el costo probable de todo el proyecto?
- ¿Cuánto estaremos por encima o por debajo del presupuesto al final del proyecto?
- ¿Qué está impulsando las variaciones significativas de costos y/o cronogramas?

Ahora bien, la aplicación de esta técnica en la gestión de proyectos no solo permite dar respuesta a las preguntas mencionadas anteriormente, también **(Del Carpio, 2008)** describe que el aplicar la administración del valor ganado proporciona a los gerentes de proyecto beneficios como lograr mejorar la estimación de un plazo realizable, asignar responsabilidad al equipo de proyecto, pronosticar resultados finales del proyecto y cuantificar las lecciones aprendidas. Uno de los primeros pasos para aplicar la técnica del valor ganado es la generación de la línea base del proyecto, posterior a esto es importante tener identificadas las siguientes tres dimensiones clave, que se muestran en la tabla 1.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Tabla 1. Dimensiones clave del valor ganado

Abreviatura	Nombre	Definición	¿Cómo se usa?
PV	Valor planificado	El presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo programado.	El valor del trabajo planificado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte o la de finalización del proyecto
EV	Valor ganado	La medida del trabajo realizado, expresado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo.	El valor planificado de todo el trabajo completado (ganado) hasta un momento determinado, generalmente la fecha de corte, sin referencia de costos reales EV: suma del valor planificado del trabajo realizado
AC	Costo Real	El costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un determinado tiempo	El costo real de todo el trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte

Fuente: adaptado de (Oliva, 2015). El valor ganado: 125 preguntas y respuestas.

5. Hipótesis

El modelo de analítica de datos desarrollado en este trabajo de grado puede facilitar la toma de decisiones estratégicas hacia el éxito de proyectos, a partir de la medición de desempeño de un proyecto, posibilitando de manera oportuna y sencilla la identificación de cuál es el estado del proyecto, su tendencia y proyección.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

6. Variables

A continuación, se definen las variables que permitirán analizar y medir el fenómeno que es objeto del presente trabajo de grado. Para lo anterior se busca responder a la pregunta: ¿qué variables definen el fenómeno de este trabajo de grado?, en la tabla 2 se listan las variables Independientes, dependientes, su definición conceptual y operacional.

Tabla 2. Variables

Variable	Tipo de Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Desempeño de Proyecto	Independiente	Aborda las actividades y funciones asociadas con la evaluación de desempeño de los proyectos y la adopción de medidas apropiadas para mantener un desempeño aceptable (Project Managment Institute, 2021).	Se mide a través de un análisis documental en donde se definen los indicadores para la realización de ello y la aplicación y evaluación a través de un caso de estudio
Análisis de datos	Independiente	Es la utilización de información con el fin de extraer conocimiento de una serie de datos, el objetivo del análisis de datos es tomar mejores decisiones de acuerdo con la información obtenida en los datos (Zapata, 2021)	Se evaluará a través del resultado del modelo de analítica de datos que permita desarrollar las capacidades analítica descriptiva y predictiva sobre el desempeño de un proyecto,
Toma de decisiones	Dependiente	La toma de decisiones es el proceso de seleccionar un curso de acción entre varias alternativas, para enfrentar un problema o aprovechar una oportunidad. (Chiavenato, 2002)	Se evalúa a través del resultado final del modelo de analítica de datos aplicado con un estudio de caso, se espera que el modelo entregue información que facilite la toma de decisiones frente al desarrollo del proyecto en estudio.

Fuente. Elaboración propia

7. Metodología

Para este trabajo se toma en cuenta el enfoque cualitativo de investigación, teniendo en cuenta que este se basa más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas). De acuerdo con (Hernandez, 2014) dentro de sus características reúne una variedad de concepciones o marcos de interpretación, que guardan un común denominador: todo individuo, grupo o sistema social tiene una manera única de ver el mundo y entender situaciones y eventos, la cual se construye por el inconsciente, lo transmitido por otros y por la experiencia, y mediante la investigación, debemos tratar de comprenderla en su contexto. Por consecuencia, el alcance es descriptivo pues se busca identificar conceptos y características importantes frente a la medición de proyectos a través de la analítica de datos, describiendo la tendencia en el uso de indicadores clave y métodos de análisis como fuente para la definición y construcción del modelo de analítica de datos.

Como método de recolección de datos para este trabajo se realiza a través de un caso de estudio y así cómo resalta (Hernandez, 2014, pág. 164) se ha velado por verificar que el material sea auténtico además de considerar que los casos de estudio “analizan profundamente una unidad holística para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar alguna teoría”,

En este trabajo se plantean dos tipos de hipótesis, las cuales se identifican como la hipótesis alternativa y la hipótesis nula, por medio de las cuales se pretende comprobar o rechazar la temática central planteada. Se define como hipótesis alternativa la referenciada en el numeral 5 de este documento, y como hipótesis nula se plantea la consecuencia contraria de la hipótesis alternativa, que para este caso se refiere al no funcionamiento del modelo de analítica de datos que se pretende emplear para la

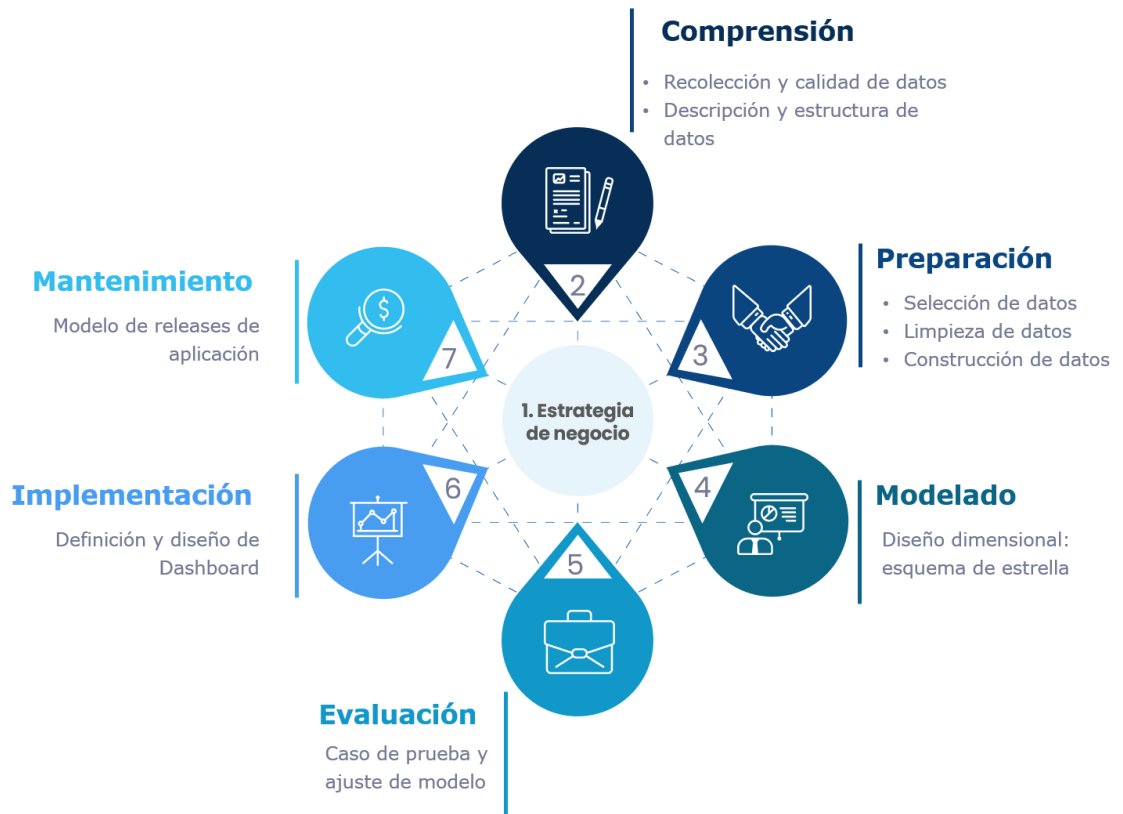
DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

medición de desempeño de un proyecto, o que no se logre por medio del mismo el posibilitar de manera oportuna y sencilla la identificación de cuál es el estado del proyecto, su tendencia y proyección; dado este caso no se aceptaría la hipótesis alternativa. Sin embargo, es importante dar claridad que dentro de la metodología y alcance no se contempla su comprobación, teniendo en cuenta que se espera poder realizarlo una vez se finalicé el modelo bajo las cuatro capacidades de analítica, en etapas o estudios futuros que logren complementar la temática de este trabajo, mediante el planteamiento de alcances enfocados a la validación estadística del modelo establecido.

Para el desarrollo del modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de proyectos se ha partido de un marco conceptual en el contexto de gerencia de proyectos y herramientas de inteligencia de negocios. El modelo de analítica de datos aplica el método CRISP-DM, la cual involucra una comprensión de negocio, comprensión de datos, preparación de datos, modelado, evaluación e implementación que a su vez se complementó con la técnica KIMBALL incluyendo una etapa de mantenimiento para dar continuidad a la evolución y mejora continua del modelo de analítica de datos y su aplicación en la medición de proyectos. Por consiguiente, se ha planeado el desarrollo de este trabajo en 7 etapas. en la figura 4 se puede identificar el esquema de desarrollo a utilizar, y en la tabla 3 el detalle de cada una de las actividades que integran cada una de estas etapas.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 4. Esquema de desarrollo



Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. Objetivos y actividades del esquema de desarrollo

N°	Etapa	Objetivos	Actividad
1	Estrategia de negocio	Determinar los objetivos y requisitos del proyecto, desde una perspectiva de negocio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar los objetivos de negocio 2. Realizar la evaluación de recursos 3. Identificar supuestos y restricciones 4. Generar plan de trabajo
2	Comprensión de los datos	Identificar y analizar los datos de recolección inicial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los datos de recolección, su origen, estructura y descripción 2. Corroborar la calidad de los datos de entrada
3	Preparación de los datos	Seleccionar, limpiar, transformar e integrar los datos a utilizar en el modelo de analítica de datos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar de la recolección de datos, aquellos obligatorios para el modelo de analítica de datos

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

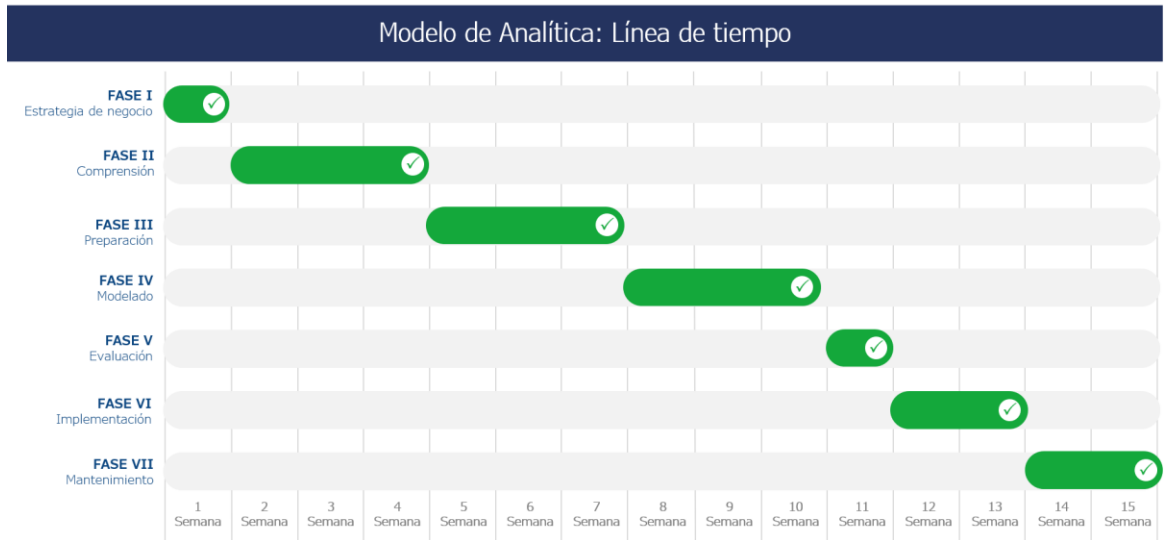
			2. Garantizar la calidad de los datos, aplicando limpieza a los datos
4	Modelado	Construir el modelo de analítica de datos, a partir de la preparación realizada.	1. Generar el modelo de analítica de datos en el software definido en la evaluación de recursos
5	Evaluación	Evaluar la calidad de los datos generados por el modelo de analítica de datos construido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar y describir el caso de prueba 2. Comparar resultados a través de la información del caso de prueba, versus el resultado del modelo de analítica de datos. 3. Ajustar, el modelo de de acuerdo con los parámetros de rendimiento esperados
6	Implementación	Crear visualizador de datos, para cliente final	1. Definir y diseñar <i>dashboard</i> (tablero de control)
7	Mantenimiento	Crear modelo de analítica de datos partiendo de <i>Releases</i> de aplicación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir tipos de <i>releases</i> 2. Definir marco de trabajo para su aplicación

Fuente. Elaboración propia

Teniendo en cuenta las 7 fases definidas, el objetivo y las actividades de cada una de ellas, se genera la estimación de tiempo como se puede ver en la figura 5 arrojando un total de 15 semanas.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 5. *Estimación de tiempo*



Fuente. Elaboración propia

8. Modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de proyectos

El modelo de analítica de datos en este trabajo de grado contempla una fase inicial enfocada en generar un prototipo para la medición de desempeño de los proyectos aplicando analítica de datos, esto con el fin de corroborar la factibilidad funcional del modelo de analítica de datos bajo unos recursos limitados actuales. Se busca que los gerentes de proyectos puedan enfocarse mejor en la gestión y creación de estrategias a partir de los datos, de una manera fácil y accesible. En este sentido, a partir de una herramienta estándar de inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) pueda identificar cuál es el estado del proyecto, su tendencia y proyección para la toma de decisiones hacia el éxito del proyecto.

Para el desarrollo de este modelo de analítica de datos se aplica el enfoque CRISP-DM, siendo esta un enfoque ampliamente utilizado en proyectos de minería de dato. CRISP-DM se estructura principalmente en seis fases: Comprensión de negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación e implementación (despliegue). Adicional a ello, en este trabajo de grado se ha propuesto una fase de mantenimiento, en la cual se desarrollan *releases* de aplicación para la mejora continua del modelo de analítica de datos. La aplicación de estas fases se ha contemplado en un periodo de 15 semanas.

Cabe destacar que para el modelo de analítica de datos en su fase inicial se han contemplado dos de las cuatro capacidades analíticas, la capacidad descriptiva y la capacidad predictiva, para ello, se han aplicado mediciones bajo la técnica del valor ganado y a su vez el relacionamiento inicial de otro tipo de mediciones que pueden generar valor a la hora de tomar decisiones como lo es la satisfacción de los interesados del proyecto.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.1. Estrategia del Negocio

En esta primera parte, se determinan los objetivos y requisitos de este proyecto desde un enfoque de negocio:

8.1.1. *Objetivos del negocio*

El objetivo al aplicar el método CRISP-DM en este trabajo tiene como finalidad proporcionar una herramienta tecnológica a partir de un modelo de analítica de datos a los Gerentes e interesados de un proyecto, con el fin de que puedan visibilizar el desempeño de un proyecto de una manera oportuna y confiable para la toma de decisiones, a partir de dos de las capacidades de analítica de datos, como los son la descriptiva y predictiva.

De manera específica, se requiere que el modelo de analítica de datos permita:

- Conocer el estado actual de un proyecto en términos de tiempo y costo
- Predecir costos y tiempos de acuerdo con el estado actual del proyecto
- Conocer la satisfacción de los interesados

8.1.2. *Evaluación de recursos*

En cuanto a recursos de software se dispone de las siguientes aplicaciones:

- **Hojas de cálculo de Google:** es el receptor de la información, funciona como servidor donde reposan los datos recibidos desde la aplicación y alimenta el modelo de analítica de datos construido.
- **Google Apps Script:** es la herramienta de desarrollo y diseño de la aplicación. En ella se realizó el diseño de las páginas en HTML, y se programó el desarrollo en JavaScript. De las construcciones desarrolladas con esta herramienta, se dan como resultados los datos que reposan en la hoja de cálculo de Google.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- **Formularios de Google:** es una herramienta de Google para la creación y generación de formularios. En esta herramienta fue construida la encuesta de satisfacción hacia el cliente, para conocer su percepción del modelo de analítica de datos.
- **Google Sites:** es una herramienta de Google en la cual se puede hacer el diseño y construcción de páginas web de una manera más amigable e interactiva. En esta herramienta se desarrolló la visualización de las páginas del modelo de analítica de datos.
- **Power BI:** Es una herramienta de Microsoft, que permite la conexión a diferentes fuentes de datos, modelar y visualizar con facilidad mediante la creación de informes, será la plataforma *core* del modelo de analítica de datos.

En cuanto a recursos de hardware se dispone de un ordenador con las siguientes características:

- Marca: HP Pavilion Laptop 15-eh0xxx
- Procesador: AMD Ryzen 7 5700U (8 núcleos, 1.8-4.3 GHz), sistema operativo Microsoft Windows 10 Home
- Memoria RAM: 8,00 GB
- Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesadorx64

8.1.3. Supuestos y Restricciones

- Se cuenta con conocimiento en indicadores de medición de desempeño
- Se cuenta con conocimiento en el manejo de los recursos identificados en el apartado visto anteriormente 8.1.2.
- Los datos recolectados para la generación del modelo son datos ficticios, simulando el desempeño de un proyecto en diferentes estados.
- El desarrollo de la metodología CRISP-DM no puede durar más de 15 semanas.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.2. Comprensión de los datos

En esta segunda etapa, se considera la recolección de los datos en su estado inicial, su relevancia, además de conocer su origen, calidad, características y estructura

8.2.1. Recolección de datos iniciales

Para este proyecto se contemplan cuatro fuentes de recolección de datos, para esta versión inicial de prototipo se espera que el Gerente de proyecto, diligencie los datos de entrada. Contempladas de la siguiente manera:

- Registro de proyecto
- Control de cambios
- Registro de avance
- Encuesta de satisfacción
- Plan de hitos
- Seguimiento de hitos

8.2.1.1. Registro de proyecto

8.2.1.1.1. Medio de recolección registro de proyecto

Para tal recolección se desarrolló una web, la cual se puede observar en la figura 6, que contienen los campos definidos para la administración y uso de los datos en el modelo. Se contempla el registro por proyecto por parte del Gerente de proyecto, quien puede registrar uno o varios proyectos en curso de los cuales requiera realizar la medición.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 6. *Recolección de datos registro de proyecto*

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.1.2. Caracterización de los datos registro de proyecto

En la tabla 4 se pueden visualizar los datos recolectados, su característica e identificación en la tabla de datos, para el uso en el modelo de analítica de datos.

Tabla 4. *Caracterización de datos registro de proyecto*

Nombre del dato	Descripción	Tipo de dato	Nombre en BD
Nombre del proyecto	Diligenciar el nombre del proyecto al cual se quiere generar el modelo de analítica de datos	Texto	Nombre_Proyecto
Nombre gerente de proyecto	Diligenciar el nombre del responsable del proyecto, o de la persona que este manejando la aplicación	Texto	Nombre_Gerente
Presupuesto (BAC)	Diligenciar el Presupuesto Final a la fecha de ingreso de la información	Numérico	Presupuesto
Fecha inicio	Fecha de inicio del proyecto a la fecha de ingreso de la información	Fecha	Fecha_Inicio
Fecha Fin	Fecha en la cual se tiene planeado finalizar el proyecto a la fecha de ingreso de la información	Fecha	Fecha_Fin

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

ID proyecto	Generado automáticamente se generó al realizar el registro y ha sido determinada como la llave foránea (FOREIGN KEY)	Numérico	ID_Cons
-------------	--	----------	---------

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.2. Registro de control de cambios

8.2.1.2.1. Medio de recolección registro de control de cambios.

Al igual que la anterior recolección de datos se genera una web de registro, la cual se puede observar en la figura 7, que contienen los campos definidos para la administración y uso de los datos en el modelo de analítica de datos. Se plantea este tipo de recolección con el objetivo de contemplar los cambios de un proyecto aprobado por el Patrocinador y que modifique o la duración o el presupuesto base comprometido del proyecto en medición.

Figura 7. Registro de control de cambios

Control de cambios

Llave*

Ingrese el codigo generado en el Registro de proyecto

Presupuesto (BAC)* Fecha inicio* Fecha Fin*

Ingrese el Presupuesto del proyecto dd/mm/aaaa dd/mm/aaaa

Registro

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.2.2. Caracterización de los datos registro de control de cambios.

En la tabla 5 se pueden visualizar los datos recolectados, su característica e identificación en la tabla de datos, para el uso en el modelo de analítica de datos.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Tabla 5. Caracterización de datos registro de control de cambios

Nombre del dato	Descripción	Tipo de dato	Nombre en BD
ID proyecto	Es el ID único que se generó al realizar el registro y ha sido determinada como la llave foránea (FOREIGN KEY)	Numérico	ID_Cons
Presupuesto (BAC)	Diligenciar el Presupuesto Final a la fecha de ingreso de la información	Numérico	PresupuestoFinal
Fecha inicio	Fecha de inicio del proyecto a la fecha de ingreso de la información	Fecha	Fecha_Inicio
Fecha Fin	Fecha en la cual se tiene planeado finalizar el proyecto a la fecha de ingreso de la información	Fecha	Fecha_Fin

Fuente: Elaboración propia

8.2.1.3. Registro de avance

8.2.1.3.1. Medio de recolección registro de avance.

Se diseñó una web de registro de avance, la cual se puede observar en la figura 8, que contienen los campos definidos para la administración y uso de los datos en el modelo de analítica de datos. Se planteó este tipo de recolección de tal manera que el modelo de analítica de datos reciba los datos base definidos para generar el estado y la medición de desempeño.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 8. Registro de avance

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.3.2. Caracterización de los datos registro de avance.

En la tabla 6 se puede visualizar los datos recolectados, su característica e identificación en la tabla de datos, para el uso en el modelo de analítica de datos.

Tabla 6. Caracterización de datos registro de avance

Nombre del dato	Descripción	Tipo de dato	Nombre en BD
ID proyecto	Es el ID único que se generó al realizar el registro y ha sido determinada como la llave foránea (FOREIGN KEY)	Numérico	ID_Cons
Valor Planeado (PV)	Diligenciar el Valor Planeado a la fecha de ingreso de la información	Numérico	valorPlaneado
Valor Ganado (EV)	Diligenciar el Valor Ganado a la fecha de ingreso de la información	Numérico	valorGanado
Costo Real (AC)	Diligenciar el Costo Real a la fecha de ingreso de la información	Numérico	costoReal
Presupuesto (BAC)	Este campo no se puede diligenciar, ya que debe ser el mismo registrado en el Registro de control de cambios	Numérico	presupuestoFinal

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Fecha inicio	Este campo no se puede diligenciar, ya que debe ser el mismo registrado en el Registro de control de cambios	Fecha	Fecha_Inicio
Fecha fin	Este campo no se puede diligenciar, ya que debe ser el mismo registrado en el Registro de control de cambios	Fecha	Fecha_Fin

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.4. Registro satisfacción de interesados

8.2.1.4.1. Medio de recolección registro de satisfacción de interesados.

Se diseñó una web para identificar el nivel de satisfacción de los interesados, la cual se puede observar en la figura 9, fue desarrollado a nivel de NPS (*Net Promoter Score*), por lo cual es un registro muy simple, pero cuyo objetivo es identificar la relación que hay entre el estado del proyecto y la satisfacción para la respectiva gestión.

Figura 9. Encuesta de satisfacción



The image shows a screenshot of a web application interface for a satisfaction survey. At the top, there is a navigation menu with the following items: Inicio, Registro de proyecto, Registro de avance, Encuesta de satisfacción (highlighted), Control de cambios, Gestión del desempeño, Plan de hitos, and Seguimiento hitos. The main header area features the text 'ENCUESTA DE SATISFACCIÓN' in large, bold, white letters on a dark background. Below the header, there is a central content area with a light blue background. It starts with a header image showing two hands holding a yellow smiley face icon. Below the image, the text reads 'Encuesta de Satisfacción' followed by 'Indique su percepción sobre el proyecto'. There is a user profile section with the email 'cherrerav@bertadores.edu.co' and a 'Cambiar de cuenta' link. Below that, it says 'No compartido'. A red asterisk indicates that the following question is mandatory. The question is 'Nombres y Apellidos *' with a text input field labeled 'Tu respuesta'.

Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.2.1.4.2. Caracterización de los datos encuesta de satisfacción.

En la tabla 7 se pueden visualizar los datos recolectados, su característica e identificación en la tabla de datos, para el uso en el modelo de analítica de datos.

Tabla 7. Caracterización de datos encuesta de satisfacción

Nombre del dato	Descripción	Tipo de dato	Nombre en BD
Fecha de registro	Fecha en la cual el interesado hace el envío de la encuesta	Fecha	Fecha_Registro
ID proyecto	Es el ID único que se generó al realizar el registro y ha sido determinada como la llave foránea (FOREIGN KEY)	Numérico	ID_Cons
Nombres y apellidos	Nombres y apellidos de la persona quien está dando su opinión sobre el proyecto en la encuesta	Texto	Nombres_Apellidos
¿Qué tan satisfecho estás con los resultados de proyecto?	Pregunta con la cual se espera conocer la percepción de los interesados en el proyecto, con una calificación de 1 a 10	Numérico	Satisfacción
Describe de una manera breve por qué considera la calificación mencionada anteriormente:	Percepción cualitativa por parte de los interesados en el proyecto.	Texto	Descripción_calificación
Si tienes algún comentario pregunta o sugerencia, escríbelo a continuación.	Comentarios, preguntas o sugerencias que tienen los interesados sobre el proceso que se lleva para el proyecto.	Texto	Sugerencias
Rol en el proyecto	Tipo de interesado al cual pertenece la persona quien está contestando la encuesta.	Texto	Rol_Proyecto

Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.2.1.5. Registro Plan de hitos

8.2.1.5.1. Medio de recolección plan de hitos.

Se diseñó una web de plan de hitos, la cual se puede observar en la figura 10, que contienen los campos definidos para la administración y uso de los datos en el modelo de analítica de datos. Se planteó este tipo de recolección de tal manera que el modelo de analítica de datos reciba los datos base definidos para generar el estado y la medición de desempeño de los hitos del proyecto ingresados.

Figura 10. Plan de hitos

The screenshot shows a web interface for 'Plan de hitos'. At the top, there is a navigation menu with items: Inicio, Registro de proyecto, Registro de avance, Encuesta de satisfacción, Control de cambios, Gestión del desempeño, Plan de hitos (highlighted), and Seguimiento hitos. Below the menu is a large dark banner with the text 'PLAN DE HITOS' in white. Underneath the banner is a form titled 'Plan de hitos'. The form contains the following fields: 'Llave*' (with a subtext 'Ingrese el código generado en el Registro de proyecto'), 'Número de hito*' (with a subtext 'Ingrese el número del hito'), 'Nombre del hito*' (with a subtext 'Ingrese el nombre del hito'), 'Fecha final del hito*' (with a subtext 'dd/mm/aaaa' and a calendar icon), and 'Valor planeado acumulado a fecha de Hito*' (with a subtext 'Valor Planeado Hito'). A blue 'Registro' button is located below the form fields.

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.5.2. Caracterización de los datos plan de hitos.

En la tabla 8 se pueden visualizar los datos recolectados, su característica e identificación en la tabla de datos, para el uso en el modelo de analítica de datos.

Tabla 8. Caracterización de datos encuesta de satisfacción

Nombre del dato	Descripción	Tipo de dato	Nombre en BD
ID proyecto	Es el ID único que se generó al realizar el registro y ha sido determinada como la llave foránea (FOREIGN KEY)	Numérico	ID_Cons

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Número de hito	Diligenciar el número de referencia con el que se va a integrar el hito al proyecto	Numérico	Numero_Hito
Fecha final del hito	Diligenciar la fecha final del hito en referencia.	Fecha	Fecha_Fin_Hito
Valor planeado acumulado a fecha de Hito	Diligenciar el Valor planeado acumulado a la fecha en que se termina el hito en referencia.	Numérico	Valor_Planeado_Hito

Fuente. Elaboración propia

8.2.1.6. Registro Seguimiento hitos

8.2.1.6.1. Medio de recolección seguimiento hitos.

Se diseñó una web de seguimiento a los hitos, la cual se puede observar en la figura 11, que contienen los campos definidos para la administración y uso de los datos en el modelo de analítica de datos. Se planteó este tipo de recolección de tal manera que el modelo de analítica de datos reciba los datos base definidos para generar el estado y la medición de desempeño de los hitos del proyecto ingresados anteriormente, y poder realizar el ingreso de registros de seguimiento a los mismos.

Figura 11. Seguimiento hitos

Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.2.1.6.2. Caracterización de los datos seguimiento hitos.

En la tabla 9 se pueden visualizar los datos recolectados, su característica e identificación en la tabla de datos, para el uso en el modelo de analítica de datos.

Tabla 9. Caracterización de datos encuesta de satisfacción

Nombre del dato	Descripción	Tipo de dato	Nombre en BD
ID proyecto	Es el ID único que se generó al realizar el registro y ha sido determinada como la llave foránea (FOREIGN KEY)	Numérico	ID_Cons
Número de hito	Diligenciar el número de referencia con el que se identificó el hito en el formulario de plan de hitos.	Numérico	Numero_Hito
Valor ganado acumulado a fecha de Hito	Diligenciar el valor ganado acumulado a la fecha final del hito en referencia.	Numérico	Valor_Ganado_Hito
Costo Real acumulado a fecha de Hito	Diligenciar el Costo Real acumulado a la fecha en que se termina el hito en referencia.	Numérico	Costo_Real_Hito

Fuente. Elaboración propia

8.2.2. Almacenamiento de datos

Si bien el mercado cuenta con muchas alternativas robustas para el almacenamiento de datos, al ser un prototipo de estudio el cual se propone en este trabajo, se determinó utilizar una herramienta de fácil acceso, que sea gratuita y pueda tener una interacción sencilla por parte del cliente, sin disponer de un proceso de acceso ni de adquisición de licencias. Es por esta razón que los datos recolectados se encuentran almacenados en hojas de cálculo con Google Sheets, donde los datos se encuentran cifrados en tránsito y en reposo, además de los tipos de conexión que este proporciona para ayudar a procesar datos de varias fuentes, ya sea en CSV (Valores separados por comas), Excel o cualquier otro formato de archivo.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.2.3. Calidad de los datos

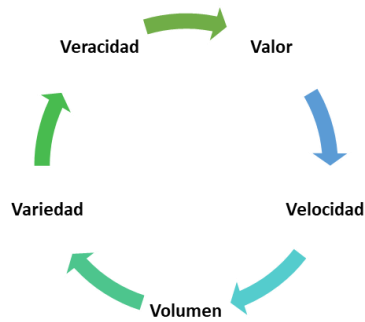
Los datos utilizados para el análisis y toma de decisiones son precisos, completos, confiables y relevantes para los objetivos empresariales. La calidad de datos es crucial en la inteligencia de negocios, ya que los resultados y las conclusiones obtenidos se basan en la calidad de los datos utilizados como insumos en los proyectos que reconocen a los datos como activos. Particularmente, en este proyecto, la calidad de los datos hace referencia a como se establecieron las paramétricas inicialmente para los mismos, teniendo en cuenta factores como el tipo de dato, formato, funcionalidad, clase de variable, entre otros.

El procesamiento de los datos es una etapa fundamental en el proceso de extracción del conocimiento, cuyo objetivo principal es obtener un conjunto de datos final que sea de calidad y útil para la fase de extracción de conocimiento. (Salvador García, 2016)

Este proceso para el estudio planteado en este trabajo se define desde el desarrollo de la herramienta de recolección de datos creada, donde se determina qué tipo de dato se requiere por parte del cliente (en este caso el gerente de proyectos), y se parametriza de acuerdo con lo requerido en el tipo de formato aceptado por la aplicación para dicho campo. Es por lo que desde la etapa de desarrollo se garantiza la calidad en los datos obtenidos, logrando que, al momento de interpretar la información obtenida, la herramienta pueda procesar sin problema los indicadores propuestos. Además, los datos a usar en el modelo de analítica de datos serán también datos obligatorios de entrada, de tal manera que se minimiza el riesgo de tener campos vacíos en la data. La calidad de datos expuesta anteriormente se interpreta de acuerdo con las características de los datos utilizadas en *Big Data* y en los últimos tiempos *Smart Data*, como se puede detallar en la figura 12.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

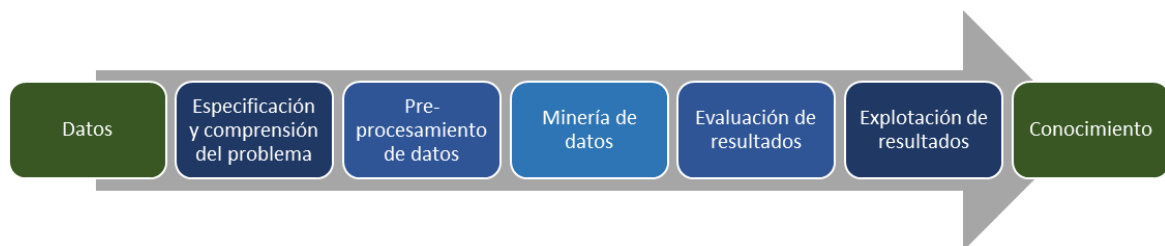
Figura 12. Características de los datos en la Big Data



Fuente. Elaboración propia con base en (Salvador García, 2016)

La etapa de procesamiento de los datos es esencial en este tipo de estudios enfocados en la analítica de datos y la *Big Data*, ya que por medio de dicha etapa se logra una limpieza, integración, transformación y reducción; permitiendo resultados óptimos en cuanto a la calidad de los datos. La figura 13 muestra las etapas de procesamiento de datos indicadas por el KDD (*Knowledge Discovery in Databases, en inglés*).

Figura 13. Etapas de procesamiento de datos



Fuente. Elaboración propia con base en (Salvador García, 2016)

Es importante aclarar que además de la calidad expuesta anteriormente, la cual es responsabilidad netamente de la herramienta, es importante concertar con los involucrados en los proyectos, un diligenciamiento conforme a los requisitos establecidos para la herramienta, logrando minimizar los posibles riesgos de digitación por parte de los usuarios e involucrados en los proyectos, llegando a obtener resultados confiables para la medición de sus proyectos.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.3. Preparación de los datos

En esta tercera etapa, se consideran actividades de selección, limpieza, transformación e integración de los datos, de tal manera que permita conseguir el conjunto de datos final, sobre el cual se aplicará el modelo de analítica de datos.

8.3.1. Selección de datos

Todos los registros recolectados serán utilizados para la ejecución del modelo de analítica de datos, la selección de datos se hará sobre campos dentro de los registros descritos en la sección de recolección de datos iniciales, siendo seleccionados los indicados en la tabla 8.

Tabla 10. Selección de datos recolectados

Variables	Registro de proyecto	Control de cambios	Control de avance	Encuesta
ID_Proyecto	X	x	x	x
presupuestoFinal	X	x		
Fecha_Inicio	X	x		
Fecha_Fin	X	x		
valorPlaneado			x	
costoReal			x	
valorGanado			x	
Satisfacción				x
Fecha_Registro				x

Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.3.2. Limpieza de datos

A raíz que los datos a recolectar fueron definidos bajo la comprensión del negocio planteado, no es necesario hacer limpieza sobre ellos, se descartan campos faltantes, teniendo en cuenta que para la recolección son obligatorios y están limitados también al tipo de datos. Tampoco se generan filtros sobre los datos o agrupaciones específicas.

8.3.3. Construcción de datos

La definición de variables de medición tiene un enfoque en la técnica de valor ganado que dispone el (Project Management Institute, 2001) Asociación líder mundial en la dirección de proyectos, programas y portafolios, además, de integrar otros tipos de indicadores de medición como de satisfacción. Esta búsqueda de información arrojó las siguientes variables de medición, distribuidas de acuerdo con el tipo de análisis:

- Rendimiento
- Estimación

8.3.3.1. Variables de rendimiento

El valor ganado analiza el rendimiento de un proyecto mediante el cálculo de variaciones de rendimiento e índices de rendimiento que se detallan en la tabla 9.

Tabla 11. Indicadores base para el análisis de cronograma y costo

Nombre	Ab.	Cálculo	Objetivo	Interpretación
Análisis de Cronograma				
Variación del cronograma	SV	$SV = EV - PV$ EV: Valor Ganado PV: Valor planeado	Determina si un proyecto este adelantado o atrasado en el cumplimiento del trabajo	Un valor negativo indica que se ha realizado menos trabajo del planificado
Variación del cronograma en porcentaje	% SV	$\%SV = \frac{SV}{PV}$ SV: Variación cronograma PV: Valor planeado	Determina en porcentaje si un proyecto este adelantado o atrasado en el cumplimiento del trabajo	-X% = No se ha realizado el X% de los trabajos previstos

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Índice de Rendimiento del Cronograma	SPI	$SPI = \frac{EV}{PV}$ <p>EV: Valor Ganado PV: Valor planeado</p>	Indica cómo está trabajando el equipo del proyecto en comparación con el plan	Un valor inferior a 1,0 indica que se está realizando menos trabajo del previsto.
Análisis de Costo				
Variación del costo	CV	$CV = EV - AC$ <p>EV: Valor Ganado AC: Costo Real</p>	Muestra si un proyecto se encuentra en una condición de presupuesto por encima o por debajo del presupuesto	Un valor negativo indica que se ha gastado más de lo planificado
Variación del costo en porcentaje	% CV	$\%CV = \frac{CV}{EV}$ <p>EV: Valor Ganado CV: Variación Costo</p>	Muestra en porcentaje si un proyecto se encuentra en una condición de presupuesto por encima o por debajo del presupuesto	-X% = Se esta X por encima del presupuesto X% = Se esta X por debajo del presupuesto
Índice de Rendimiento del Costo	CPI	$CPI = \frac{EV}{AC}$ <p>EV: Valor Ganado AC: Costo Real</p>	Mide qué tan rentable es el equipo en el uso de sus recursos	Un valor inferior a 1,0 indica que se está gastando más de lo previsto.

Fuente. Elaboración propia con base en lo indicado en el Practice Estándar For Earned Value Management (Project Management Institute, 2001)

En la tabla 10 se presentan las diferentes interpretaciones de acuerdo con las medidas de rendimiento de costo y cronograma señaladas en la tabla anterior.

Tabla 12. Interpretaciones de las medidas básicas de rendimiento

MEDIDAS DE DESEMPEÑO		CRONOGRAMA		
		$SV > 0$ $SPI > 1.0$ SV: Variación Cronograma SPI: Índice desempeño de cronograma	$SV = 0$ $SPI = 1.0$ SV: Variación Cronograma SPI: Índice desempeño de cronograma	$SV < 0$ $SPI < 1.0$ SV: Variación Cronograma SPI: Índice desempeño de cronograma
COSTO	$CV > 0$ $CPI > 1.0$ CV: Variación Costo CPI: Índice desempeño de costo	Antes de lo previsto por debajo del presupuesto	A tiempo por debajo del presupuesto	Retrasados por debajo del presupuesto

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

	$CV = 0$ $CPI = 1.0$ CV: Variación Costo CPI: Índice desempeño de costo	Antes de lo previsto dentro del presupuesto	A tiempo dentro del presupuesto	Retrasados dentro del presupuesto
	$CV < 0$ $CPI < 1.0$ CV: Variación Costo CPI: Índice desempeño de costo	Antes de lo previsto por encima del presupuesto	A tiempo por encima del presupuesto	Retrasados por encima del presupuesto

Fuente. Elaboración propia con base en lo indicado en el Practice Estándar For Earned Value Management (Project Management Institute, 2001)

8.3.3.2. Variables de estimación

La técnica de valor proporciona variables de estimación mediante los siguientes cálculos ilustrados en la tabla 11 que utilizan como fuente de información las variables de rendimiento anteriormente descritas.

Tabla 13. Variables de estimación

Nombre	Ab.	Cálculo	Objetivo	Interpretación
Estimación para completar	ETC	$ETC = \frac{BAC - EV}{CPI}$ BAC: Presupuesto EV: Valor Ganado CPI: Índice de desempeño de costo	Determina el costo esperado necesario para completar todo el trabajo restante para una cuenta de control	El costo esperado para el trabajo restante es de: N
Estimación al finalizar	EAC	$EAC = \frac{BAC}{CPI}$ BAC: Presupuesto CPI: Índice de desempeño de costo	Determina el costo total esperado de acuerdo con el indicador de desempeño en costo actual.	El costo total esperado para concluir el proyecto es de: N
Variación al finalizar	VAC	$VAC = BAC - EAC$ BAC: Presupuesto EAC: Estimación costo a finalizar	Pronostica la cantidad de déficit o superávit presupuestario al final del proyecto. El VAC le muestra al equipo si se prevé que el proyecto termine por debajo o por encima del presupuesto	Resultado negativo: Indica sobrecosto Resultado positivo: Indica costo por debajo de lo presupuestado Resultado igual a cero: el proyecto se completará tal como se ha presupuestado
Variación al finalizar en porcentaje	%VAC	$\%VAC = \frac{VAC}{BAC}$ BAC: Presupuesto VAC: Variación al finalizar	Pronostica en porcentaje el déficit o superávit presupuestario al final del proyecto.	Porcentaje por encima o por debajo de la estimación de costo frente al presupuesto

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Índice de rendimiento para completar de acuerdo con la estimación por finalizar	TCPI EAC	$TCPI EAC = \frac{(BAC - EV)}{(EAC - AC)}$ <p>BAC: Presupuesto EV: Valor ganado EAC: Estimación costo a finalizar AC: Costo Actual</p>	Es la proyección calculada de la eficiencia de costos que se debe lograr en el trabajo restante para cumplir con la estimación por finalizar (EAC)	Para que el proyecto logre el EAC, el desempeño debe mejorar en N
Índice de rendimiento para completar de acuerdo con el presupuesto	TCPI BAC	$TCPI BAC = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - AC)}$ <p>BAC: Presupuesto EV: Valor ganado AC: Costo Actual</p>	Es la proyección calculada de la eficiencia de costos que se debe lograr en el trabajo restante para cumplir con el presupuesto (BAC)	Esto significa que para que el proyecto logre el BAC, el desempeño debe mejorar en N

Fuente. Elaboración propia con base en lo indicado en el Practice Estándar For Earned Value Management (Project Management Institute, 2001)

De acuerdo con (Project Management Institute, 2001) las variaciones, índices de rendimiento y pronósticos vistos en estos dos primeros apartados pueden usarse para responder preguntas clave de gestión de proyecto como las mostradas en la tabla 12.

Tabla 14. Preguntas clave de gestión de proyectos

Pregunta	Medida de rendimiento de EVM
¿Cómo vamos en el tiempo?	Análisis de cronogramas y pronósticos
¿Estamos adelantados o atrasados?	Variación de cronograma (SV)
¿Qué tan eficientemente estamos usando el tiempo?	Índice de rendimiento del horario (SPI)
¿Cómo lo estamos haciendo en cuanto a costos?	Análisis de costos y pronósticos
¿Estamos por debajo o por encima de nuestro presupuesto?	Variación de Costo (CV)
¿Qué tan eficientemente estamos utilizando nuestros recursos?	Índice de rendimiento de costos (CPI)
¿Cuán eficientemente debemos usar nuestros recursos restantes?	Para completar el rendimiento Índice (TCPI)
¿Cuál es el costo probable del proyecto?	Estimación al finalizar (EAC)
¿Estaremos por debajo o por encima del presupuesto?	Varianza al Finalizar (VAC)
¿Cuánto costará el trabajo restante?	Estimación para completar (ETC)

Fuente. Elaboración propia con base en lo indicado en el Practice Estándar For Earned Value Management (Project Management Institute, 2001)

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.3.3.3. Variables de satisfacción

Basados en la investigación (Project Management Institute, 2022) destaca la selección de un grupo de 230 PMO que constituye un 10% denominado “10 por ciento superior”, sobre el cual se identificó que dentro de ese nivel de madurez logrado por este grupo se debe a la importante y continua medición del triángulo de hierro, y no solo de esto sino del involucramiento de otro tipo de mediciones como de satisfacción de cliente. Por esta razón descrita en el párrafo que antecede, se considera generar una búsqueda de satisfacción de cliente dentro de la medición de proyectos y así poder ver esa sinergia e impacto de este indicador frente a cada estado de resultado del proyecto que se vaya generando.

A partir de la búsqueda de información realizada, se encontró y seleccionó el método de medición Net Promoter Score (NPS) definida por (Villaseca, 2016) como una métrica que permite medir el resultado de los esfuerzos por dar un mejor servicio de un negocio, invita a preguntar a los clientes si estaría dispuestos a recomendar esa empresa, además que de acuerdo con (Mittal 2016, como se citó en Jimenez Zapata, 2021, pág. 21) “el NPS es el único indicador que predice el desempeño financiero de la empresa. Asimismo, señaló que la satisfacción y lealtad son medidas que deben representar un papel importante en las industrias sobre la aplicación de principios de calidad de servicio, valor de precio, valor de relación, confianza y compromiso”

Para ello se genera la siguiente pregunta:

- ¿Qué tan satisfecho estás con los resultados de proyecto?

La escala de respuesta será contemplada de acuerdo con la siguiente categorización:

- Resultados > 0 y ≤ 6 : Detractores
- Resultados > 6 y ≤ 8 : Pasivos

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- Resultados >8: Promotores

Para complementar, el cálculo para hallar el Net Promoter Score será el siguiente dato:

$$\text{Porcentaje de promotores} - \text{Porcentaje de detractores}$$

8.3.4. Analítica de datos

La analítica de datos se basa en la recolección, composición e identificación de patrones o tendencias por las cuales se pueden generar decisiones a la hora de tomar acciones. Por esta razón y siguiendo la necesidad expuesta en el objetivo general de este trabajo, se plantea una serie de condicionales que definen relaciones entre las variables expuestas, determinando múltiples escenarios que definen el estado actual del proyecto.

En la tabla 13 se muestra cómo se realizó el proceso de formulación de las condicionales desarrollando los posibles resultados para cada uno de los escenarios que puede tener un proyecto en su ejecución, y asimilando las posibles soluciones que nos puede generar la herramienta desde la analítica de datos. De esta misma manera, se pueden visualizar relaciones entre las variables como lo expuesto en la tabla 10 de este documento.

Tabla 15. Condicionales generadas

Nombre Condicional	Descripción relacionamiento	Formula detallada	Ejemplo resultado
Análisis descriptivo	En esta condicional se relacionan las variables SPI y CPI entre sí, detallando como se encuentra el proyecto en términos de cronograma y costo	if ["Índice de rendimiento del cronograma (SPI)"] > 1 and ["Índice de rendimiento del costo (CPI)"] > 1 then "El proyecto se ha ejecutado antes de lo previsto y por debajo del presupuesto" else if ["Índice de rendimiento del cronograma (SPI)"] = 1 and ["Índice de rendimiento del costo (CPI)"] = 1 then "El proyecto se ha ejecutado a tiempo dentro del presupuesto" else if ["Índice de rendimiento del cronograma (SPI)"] < 1 and ["Índice de rendimiento del	SPI=1,2 y CPI=0,8, El proyecto se ha ejecutado antes de lo previsto y por encima del presupuesto

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

		costo (CPI)" < 1 then "El proyecto se ha ejecutado con atrasos en cronograma y por encima del presupuesto" else if ["#Indice de rendimiento del cronograma (SPI)"] = 1 and ["#Indice de rendimiento del costo (CPI)"] > 1 then "El proyecto se ha ejecutado a tiempo y por debajo del presupuesto" ...	
Análisis predictivo VAC	En esta condicional se define como se encuentra el proyecto en cuanto al presupuesto	if ["#Variación al finalizar (VAC)"] < 0 then "Se espera un sobre costo incurrido para terminar el proyecto" else if ["#Variación al finalizar (VAC)"] = 0 then "El proyecto se completará tal como se ha presupuestado" else if ["#Variación al finalizar (VAC)"] > 0 then "El costo del proyecto quedará por debajo del presupuesto " & ["#Variación al finalizar (VAC)"] else "No aplica"	VAC=0,5 El costo del proyecto quedará por debajo del presupuesto
Análisis predictivo (TCPI-BAC)	En esta condicional muestra en cuanto debe mejorar el proyecto para cumplir el presupuesto planeado	if ["#Indice de rendimiento (TCPI-BAC)"] > 1 then "Se debe mejorar la eficiencia, para no exceder el presupuesto inicial" else if ["#Indice de rendimiento (TCPI-BAC)"] = 1 then "Se estima que el rendimiento del proyecto finalicé tal como se ha planificado" else if ["#Indice de rendimiento (TCPI-BAC)"] < 1 then "El proyecto tiene holgura en costo, sin exceder el presupuesto del proyecto" else "No aplica"	TCPI-BAC=1, Se estima que el rendimiento del proyecto finalicé tal como se ha planificado
Análisis Resultados Encuesta vs Registros	En esta condicional se relacionan las percepciones que tienen los involucrados directamente con el estado actual del proyecto en cuanto a costos y cronograma.	if ["#Indice de rendimiento del cronograma (SPI)"] > 1 and ["#Indice de rendimiento del costo (CPI)"] > 1 and [Escala de respuesta NPS] = "Detractores" then "Si bien el proyecto se ha ejecutado de manera óptima, los interesados no se encuentran conformes con la gestión, se recomienda hacer un seguimiento a las inconformidades de los interesados" else if ["#Indice de rendimiento del cronograma (SPI)"] = 1 and ["#Indice de rendimiento del costo (CPI)"] = 1 and [Escala de respuesta NPS] = "Detractores" then "Si bien el proyecto se ha ejecutado de manera óptima, los interesados no se encuentran conformes con la gestión, se recomienda hacer un seguimiento a las inconformidades de los interesados" else if ...	SPI=1,05 y CPI=1,12 y el involucrado otorga una calificación de "Promotores", se están cumpliendo los objetivos planeados para el proyecto y los interesados están conformes con los resultados.

Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Por otra parte, teniendo en cuenta lo expuesto en los numerales anteriores de esta sección, se determinó la construcción del tablero de control por el cual se conocerá el diagnóstico pertinente del proyecto que espera el gerente de proyectos para lograr una toma de decisiones efectivas sobre el mismo, y poder construir planes de acción.

8.4. Modelado de datos

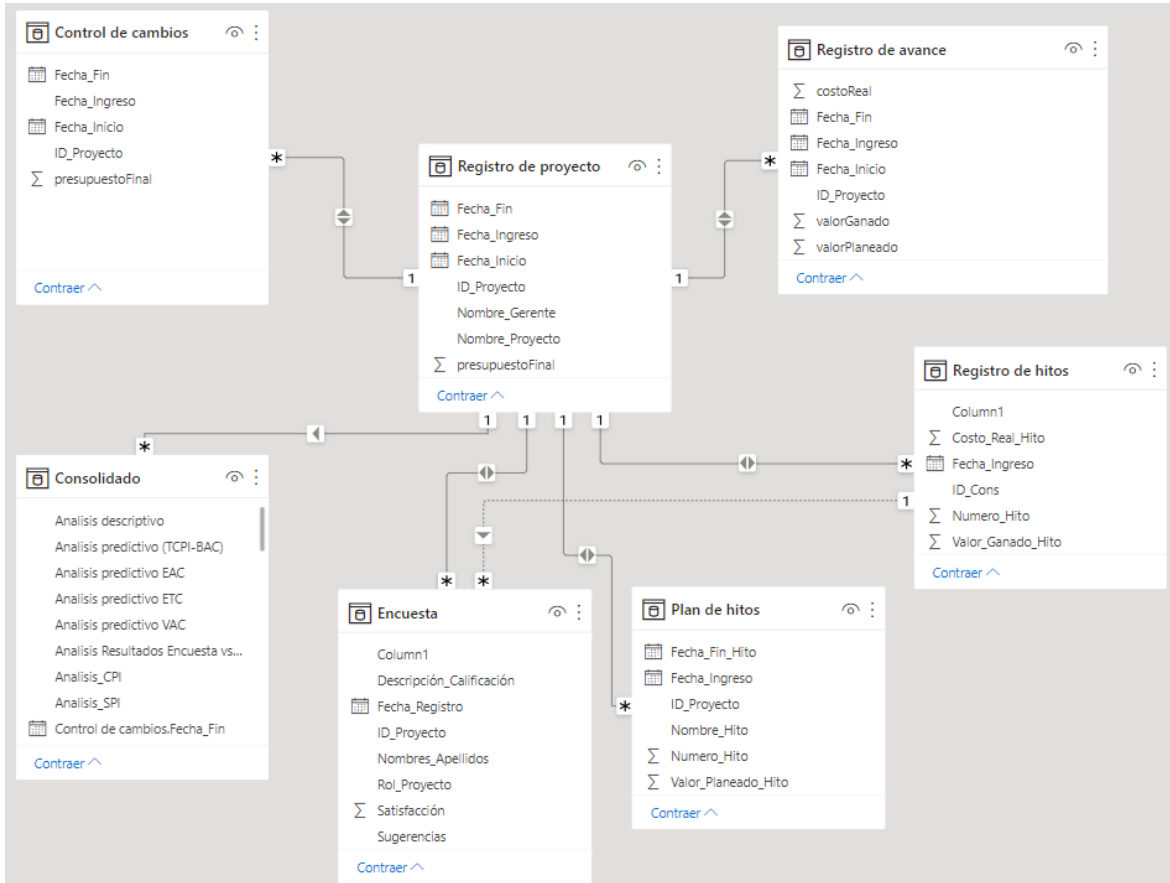
Teniendo en cuenta que el modelado de datos permite analizar, definir y relacionar las diferentes fuentes de datos, donde puedan quedar documentadas, entender el cómo se usan y cuáles son sus requisitos relacionados, se ha generado el modelo de analítica de datos a través de la aplicación *Power BI*, pues este permite el uso de modelos compuestos que permiten que un informe tenga dos o más conexiones de datos de grupos de origen diferentes, además de establecer relaciones de varios a varios entre tablas y se pueden especificar los objetos visuales que consulta los orígenes de datos *back-end*, esto para mejorar el rendimiento y reducir la carga de datos.

En la figura 14 se puede observar el modelo de analítica de datos generado en la aplicación *Power BI*, donde se puede observar cada una de las fuentes de datos, los componentes y atributos de cada una de ellas y el respectivo relacionamiento creado.

Se puede observar que se generó una tabla de datos sobre la cual se han generado los datos calculados y las diferentes condicionales bajo una metodología de árbol de decisión, para la respectiva analítica sobre dos de las capacidades: descriptiva y predictiva.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 14. Relacionamiento de tablas



Fuente. Elaboración propia

El relacionamiento de los datos en un modelo de analítica de datos es de suma importancia, ya que por medio de este se pueden establecer concordancias entre las tablas, asumiendo un foco central de la información.

Para el caso práctico, se evidencia un relacionamiento de carácter uno a varios, lo que significa que existe una base de datos central con valores de referencia únicos, los cuales se relacionan directamente con las otras tablas y pueden interactuar entre si con los demás datos de las bases.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.5. Evaluación (caso de estudio)

Para la evaluación del modelo de analítica de datos se tomó como referencia la aplicación a un proyecto de construcción de obras civiles, se reserva la caracterización propia del proyecto y la empresa por temas de confidencialidad.

El proyecto se encuentra en etapa de ejecución, ha presentado algunos problemas en su alcance, a causa de falencias en diseño, por lo tanto, el Gerente de Proyecto requiere realizar un análisis del estado actual del proyecto y poder identificar el impacto que se ha generado para poder tomar decisiones y acciones. El proyecto considera un horizonte de tiempo de 130 días hábiles, a partir del acta de inicio y un presupuesto total por \$325.417.396 COP hoy se han ejecutado 4 periodos de 10 días, bajo las condiciones planteadas en la tabla 14.

Tabla 16. *Caso de estudio variables*

Tiempo (días)	Costo planeado (pesos colombianos)	Valor ganado (pesos colombianos)	Costo real (pesos colombianos)
0	\$-	\$-	\$-
10	\$4,079,578.68	\$4,079,578.68	\$4,079,578.68
20	\$36,811,262.05	\$25,006,781.12	\$22,783,126.38
30	\$63,394,641.54	\$47,805,756.71	\$51,959,872.20
40	\$85,748,306.86	\$65,051,936.86	\$70,792,066.44
50	\$110,960,201.17		
60	\$134,737,584.30		
70	\$146,963,966.53		
80	\$164,272,011.17		
90	\$173,527,075.52		
100	\$180,005,620.57		
110	\$204,489,329.20		
120	\$257,844,880.73		
130	\$325,417,396.05		

Fuente. Elaboración propia tomado del caso de estudio

Para iniciar con el modelo de analítica de datos, se evaluó la recolección de datos, a través del registro del proyecto y el registro de avance del caso de estudio al mes 40, teniendo en cuenta los siguientes datos de la tabla 15:

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Tabla 17. Registro de proyecto práctico

Nombre del dato	Descripción
Fecha de registro:	31/08/2023
Nombre del proyecto	Evaluación Modelo
Nombre del gerente de proyecto	Stephany Herrera
Presupuesto (BAC)	\$325.417.396 COP
Fecha inicio	01/09/2023
Fecha Fin	08/03/2023
ID proyecto	Generado automáticamente: 202305061459

Fuente. Elaboración propia tomado del caso de estudio

Una vez registrados, se realizó la verificación desde *Power BI*, donde se pueden observar los datos recolectados correctamente, ver figura 15.

Figura 15. Datos caso de estudio *Power BI*

The screenshot shows the Power BI Desktop interface with the 'Herramientas de columnas' (Columns Tools) ribbon active. The data table below the ribbon contains the following information:

ID_Cons	Fecha_Ingreso	Nombre_Proyecto	Nombre_Gerente	Fecha_Inicio	Fecha_Fin	presupuestoFinal
202305061459	6/05/2023 2:59:44 p. m.	Evaluación modelo	Stephany Herrera	viernes, 6 de enero de 2023	miércoles, 31 de mayo de 2023	325417396

Fuente. Elaboración propia

Como segunda fuente de recolección se encuentra el registro de avance, sobre el cual se diligenciaron los datos indicados en la tabla 16, de acuerdo con el caso de estudio:

Tabla 18. Registro de avance práctico

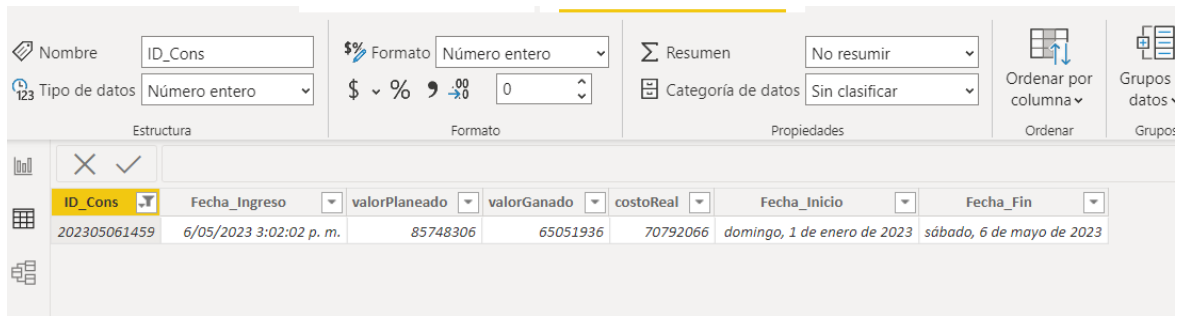
Nombre del dato	Descripción
Fecha de seguimiento:	27/10/2022
ID proyecto	202305061459
Valor Planeado (PV)	\$ 85.748.306 COP
Valor Ganado (EV)	\$ 65.051.936 COP
Costo Real (AC)	\$ 70.792.066 COP

Fuente. Elaboración propia

Una vez registrados, se realizó la verificación desde *Power BI*, donde se pueden observar los datos recolectados correctamente, ver figura 16.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 16. Validación datos caso de estudio Power BI



Fuente. Elaboración propia

Una vez comprobada la etapa de recolección de datos, se ejecutó el modelo de analítica de datos a través de los cálculos de valor ganado. La evaluación de estos resultados se realizó desde el visualizador desarrollado para tal fin mostrados en la figura 17.

Figura 17. Prueba del modelo de analítica de datos generado



Fuente. Elaboración propia

Al realizar el análisis se logró evidenciar que no se encuentran deficiencias con los resultados propios del estudio, lo que quiere decir que está recolectando, procesando y visualizando los datos correctamente y ha permitido completar la validación con éxito la variable de “medición de desempeño” definida para este trabajo.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Para mayor claridad, se evidencia que existen pequeñas diferencias en algunos valores dado que en los registros no se aceptan decimales y en el caso de prueba sí, por lo tanto, se procedió a registrar requerimiento en el *backlog* de la solución.

Como parte de la evaluación de la variable “toma de decisiones” definida para el desarrollo de este trabajo, se comprueba que el modelo de analítica de datos ha permitido responder a las siguientes preguntas de acuerdo con el caso de estudio y con base a estas el Gerente de proyectos puede tomar decisiones que minimicen el impacto que está teniendo en costo y así velar por el éxito del proyecto:

- ¿Estamos adelantados o atrasados?
 - Caso de estudio: El proyecto se ha ejecutado con atrasos en el cronograma
- ¿Qué tan eficientemente estamos usando el tiempo?
 - Caso de estudio: No se ha realizado el 24% de los trabajos previstos
- ¿Estamos por debajo o por encima de nuestro presupuesto?
 - Caso de estudio: El proyecto se ha ejecutado por encima del presupuesto
- ¿Qué tan eficientemente estamos utilizando nuestros recursos?
 - Caso de estudio: Se tiene un 8% de ineficiencia en la ejecución del presupuesto
- ¿Cuán eficientemente debemos usar nuestros recursos restantes?
 - Caso de estudio: Se debe hacer un esfuerzo adicional del 02% sobre la planificación original para poder restablecer la ejecución del proyecto conforme al presupuesto planificado.
- ¿Cuál es el costo probable del proyecto?
 - Caso de estudio: El costo probable que tendrá el proyecto acorde con el estado actual \$354.131.962 COP
- ¿Estaremos por debajo o por encima del presupuesto?

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

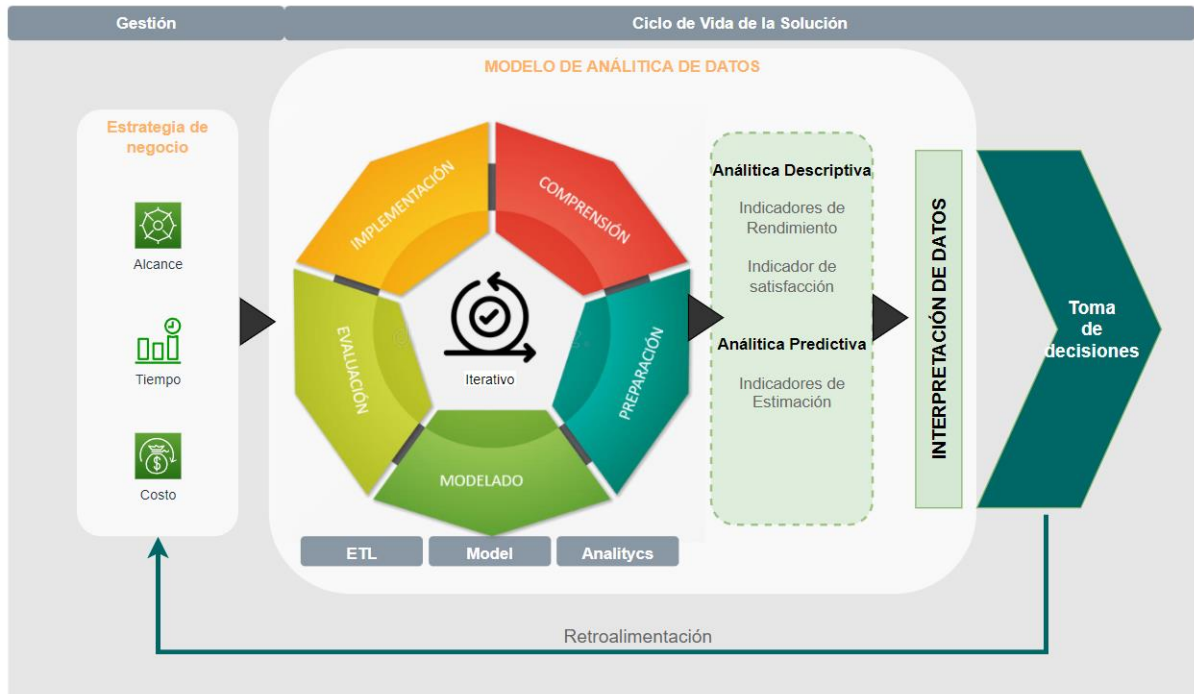
- Caso de estudio: Se estará por encima del presupuesto, costo adicional de \$28.714.564 COP
- ¿Cuánto costará el trabajo restante?
 - Caso de estudio: \$283.339.896 COP

8.6. Implementación

A partir del análisis de la estrategia de negocio basada en la necesidad de obtener un modelo de analítica de datos para la medición de proyectos y finalizadas las etapas de comprensión, preparación de los datos, y de haberse generado y evaluado el modelo de datos dimensional, ha permitido en esta etapa conceptualizar el diseño e implementarlo. A través de la figura 18, se puede apreciar que este modelo de analítica de datos parte desde la gestión de proyecto donde se cuenta como entrada la definición de alcance, tiempo y costo aprobado, y a partir de esta línea base durante la ejecución del proyecto es decir durante el ciclo de vida de la solución se podrá hacer uso del modelo de analítica de datos creado bajo la iteración y mejora continua del mismo, este finalmente a través del desarrollo ETL, de la ejecución del modelo y del proceso de analítica de datos se obtendrán indicadores de rendimiento, satisfacción y estimación que responden a la capacidad analítica descriptiva y predictiva, para ser visualizadas e interpretadas y así confirmar la hipótesis planteada, donde este modelo facilita de esta manera la toma de decisiones estratégicas hacia el éxito de proyectos, posibilitando de manera oportuna y sencilla la identificación de cuál es el estado del proyecto, su tendencia y proyección.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 18. Esquema Funcional del Modelo de Analítica de Datos



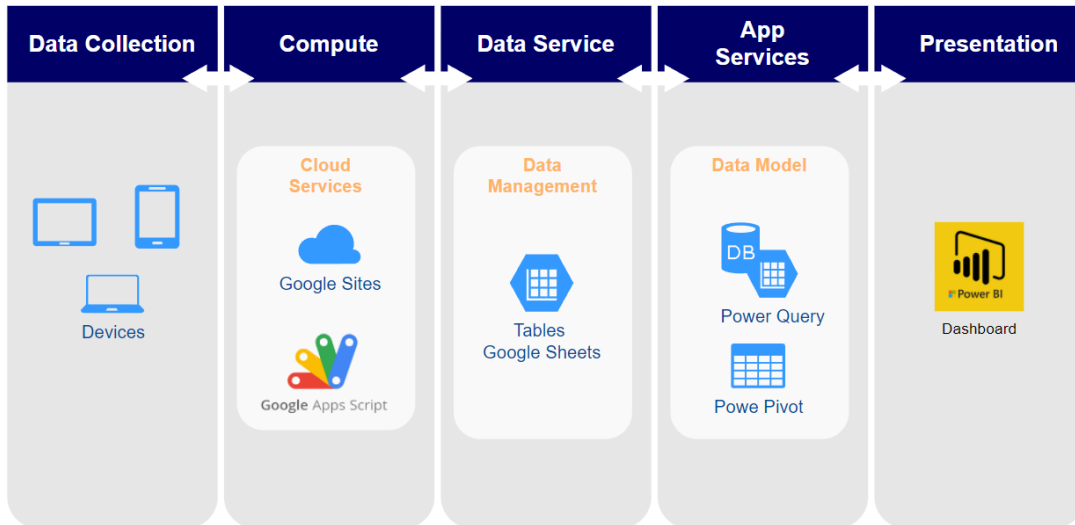
Fuente. Elaboración propia

A partir de este diseño, se hizo un desarrollo web utilizando servicios en la nube de Google como Google Sites y Google Apps Script que permitió la construcción de la página web donde a través de dispositivos móviles, tabletas o web el usuario final tendrá acceso y podrá ingresar los datos de entrada definidos en el punto 8.3.1. de este trabajo. Una vez ingresada la información del proyecto requerida por parte del usuario final, el sistema administra la data desde Google Sheets y a partir de esta se hace la conexión desde Power BI, que a través de Power Pivot se genera el modelo dimensional y con Power Query la transformación de los datos, de acuerdo con la construcción de datos definida en la etapa de preparación del modelo. Finalizado la ETL del modelo a través del módulo de visualización se crearon las cuatro vistas de información que le permitirán al usuario final, conocer el estado actual del proyecto, identificar las estimaciones, los resultados de satisfacción de los interesados del proyecto y finalmente con la vista del análisis descriptivo y predictivo que genera el modelo que facilita la interpretación de los

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

datos; todo lo anterior se puede observar en la figura 19 de una manera más sintetizada y relacionada.

Figura 19. Esquema Técnico Modelo de Analítica de Datos



Fuente. Elaboración propia

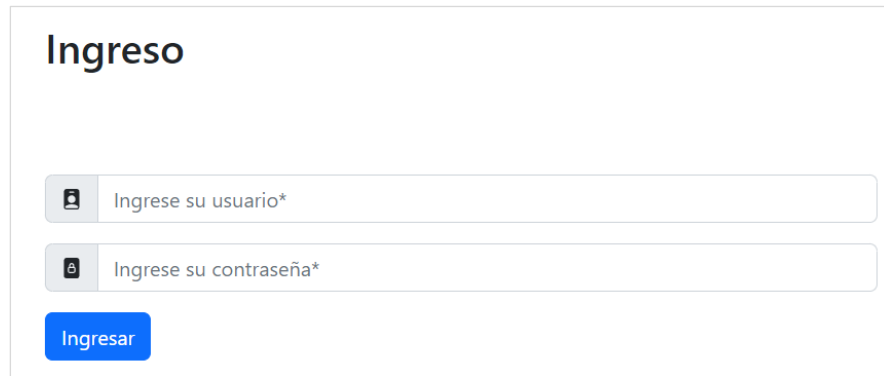
8.6.1. Desarrollo Pagina Web

Para la implementación del modelo de analítica de datos, se ha desarrollado la siguiente página web, a través de Google Sites y Google Apps Script, la cual incluye las siguientes visuales:

- Página de inicio de sesión: Creada como nivel de seguridad, para el ingreso a la web y el registro de los datos de proyecto, contempla el campo de usuario y contraseña y a su vez la base de administración de usuarios (Ver figura 20).

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 20. Visual módulo de acceso



The image shows a login interface titled 'Ingreso'. It contains two input fields: the first is labeled 'Ingrese su usuario*' and the second is labeled 'Ingrese su contraseña*'. Below these fields is a blue button labeled 'Ingresar'.

Fuente. Elaboración propia

- Página de inicio: En esta web se integraron los diferentes medios de recolección de información que integra el modelo de analítica de datos, sobre el cual el usuario final podrá acceder y diligenciar la información requerida para la ejecución y visualización del informe, acceso a través de

<https://sites.google.com/libertadores.edu.co/medicindepoyectos/inicio>

(Ver figura 21).

Figura 21. Visual herramienta



Fuente. Elaboración propia

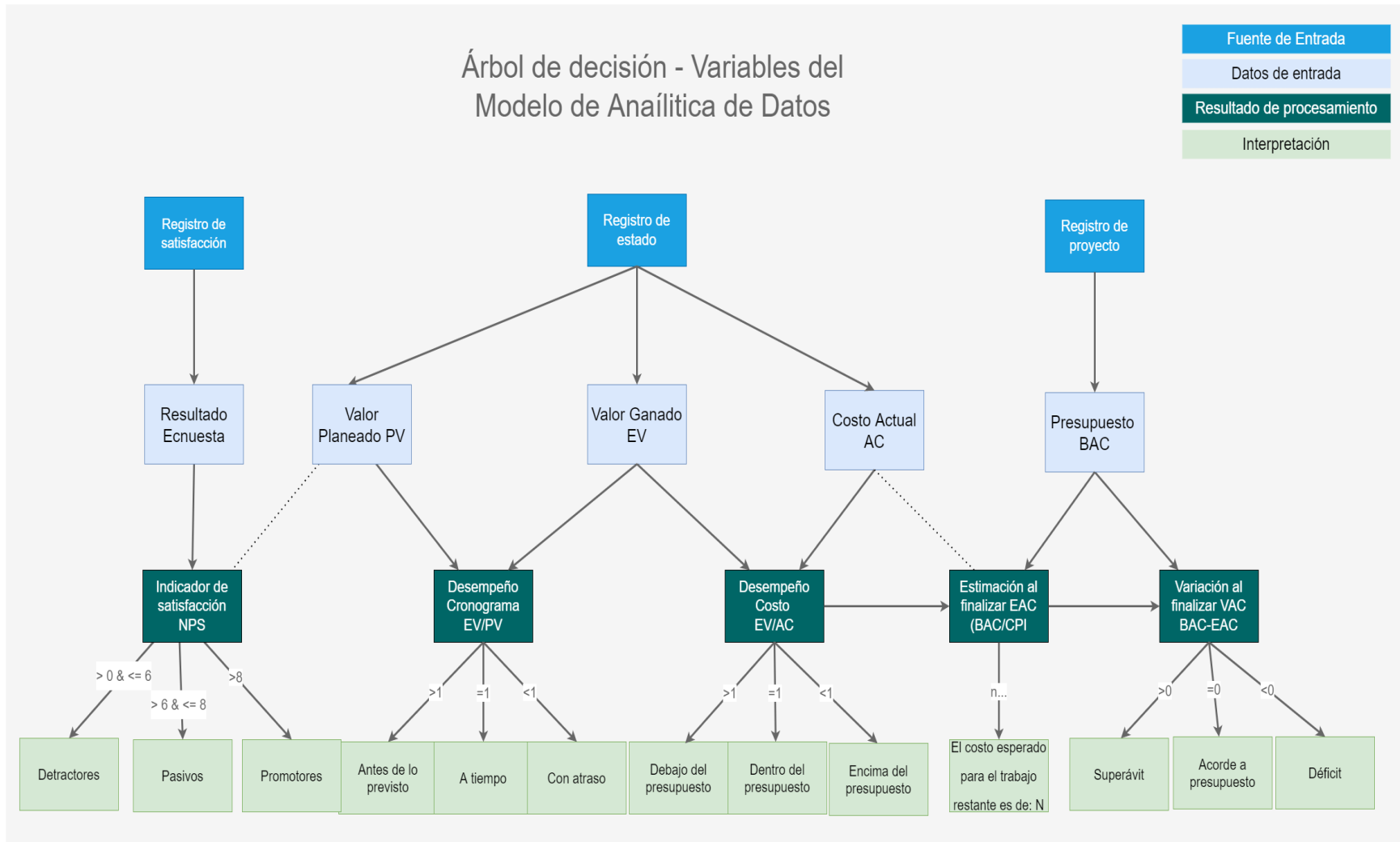
8.6.2. Desarrollo de modelo de analítica de datos

El desarrollo del modelo de analítica de datos planteado en este trabajo se basa principalmente en un modelo predictivo, permitiendo la comparación entre variables definidas, logrando resultados para ejecutar acciones de decisión. Para el desarrollo del modelo predictivo planteado, se empleó un algoritmo de árboles de decisión, pues este modelo utiliza una estructura jerárquica de toma de decisiones, eligiendo la mejor variable a ramificar de forma recursiva. (Maldonado & Vairetti, 2022). Así mismo, demuestran la interpretación y funcionamiento de los árboles de decisión de la siguiente manera, los árboles de decisión construyen relaciones del tipo “si sucede esto, entonces pasa esto”, otorgando predicciones a partir de las variables que fueron recolectadas en la sección 8.2.1. Recolección de datos iniciales.

Por otra parte, estos mismos autores muestran las principales ventajas de los árboles de decisión, por las cuales se decidió la implementación de este modelo predictivo y no otro, una de las principales ventajas de los árboles es la capacidad de interpretación, ya que solo observando se puede apreciar cuales son las variables imperativas (ordenadas) para poder discriminar una clase de otra. (Maldonado & Vairetti, 2022)

En la figura 22 se muestra el árbol de decisión plantado para el modelo de analítica de datos objeto de estudio en este trabajo, por el cual se determina la estructura jerárquica y de relacionamiento de las variables y cálculos obtenidos en todo el proceso de preparación de los datos, planteando los resultados esperados para el modelo de analítica de datos construido, y otorgando los posibles escenarios predictivos que esperan los gerentes de proyectos para la toma de decisiones.

Figura 22. *Árbol de decisión modelo de analítica de datos*

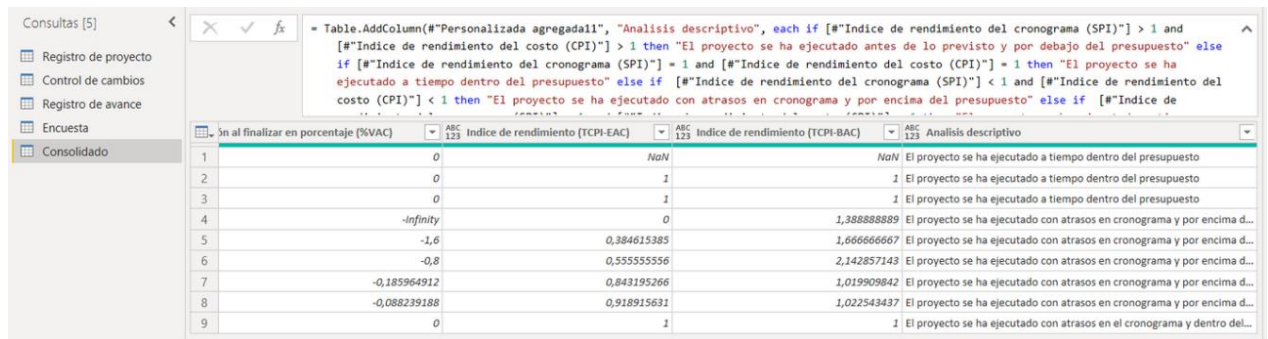


Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Teniendo en cuenta los diferentes cálculos y condicionales definidos en la fase de preparación e ilustrados en la figura 19, se desarrollarán en la aplicación Power BI a través del servicio de Power Query cada una de estas relaciones de datos, usadas para la interpretación de los datos para los Gerentes de Proyecto y como valor agregado de la solución (Ver figura 23).

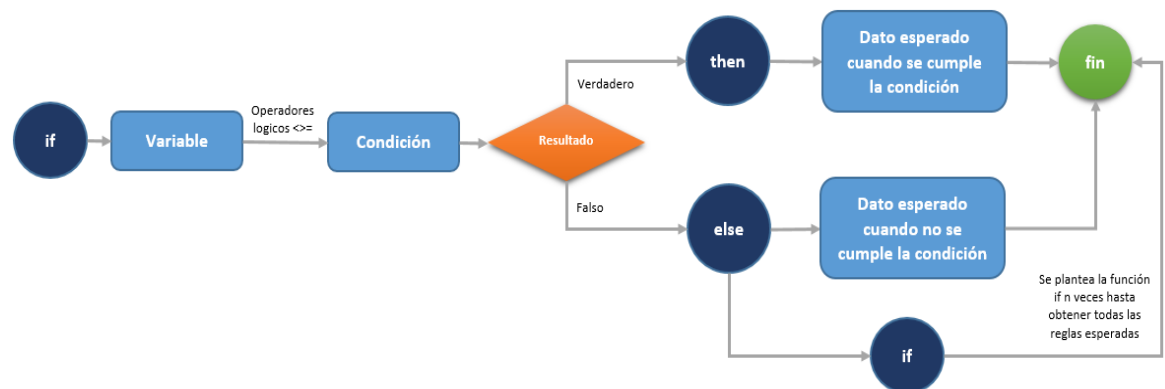
Figura 23. Visual Desarrollo Power Query



Fuente. Elaboración propia

La condicional mostrada en la figura 23 presenta un ejemplo de la construcción del modelo de analítica de datos a partir de cálculos realizados desde la herramienta Power Query, la cual a su vez maneja un lenguaje de programación llamado lenguaje M, por el cual se desarrolló la formula if, para la mayoría de los análisis desarrollados, tal como se presenta en la figura 24.

Figura 24. Diagrama construcción de condicionales



Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

8.6.3. Dashboard

Se ha construido un tablero de control en Power BI (Microsoft), teniendo en cuenta que esta plataforma es líder en el cuadrante mágico de Gartner para plataformas de análisis e inteligencia comercial en el 2023 y dado que desde esta plataforma se generó el modelo de datos dimensional (estrella), desarrollado en el punto 8.5. de este trabajo y, teniendo en cuenta la conexión directa que ofrece a nuestras fuentes de datos (Google Sheets). En su diseño se contemplaron los siguientes objetos visuales de información: estado de proyecto, predicciones, satisfacción y análisis de datos que se describirán en los siguientes apartados.

8.6.3.1. Estado de Proyecto

Este planteamiento tiene enfoque en la etapa de ejecución de un proyecto, que es en la cual el gerente requiere conocer su estado en un punto específico en el tiempo, y es donde así mismo puede ejecutar las debidas acciones correctivas o de mejora para que su proyecto tenga el éxito esperado. Es así como la construcción planteada sobre el modelo de analítica de datos por medio de un *dashboard*, pretende lograr un diagnóstico enfocado en el estado en el que se encuentra la etapa de ejecución del proyecto en un punto determinado en el tiempo, y mostrar un análisis de datos que pretende determinar las posibles acciones que pueden realizar los gerentes en sus proyectos.

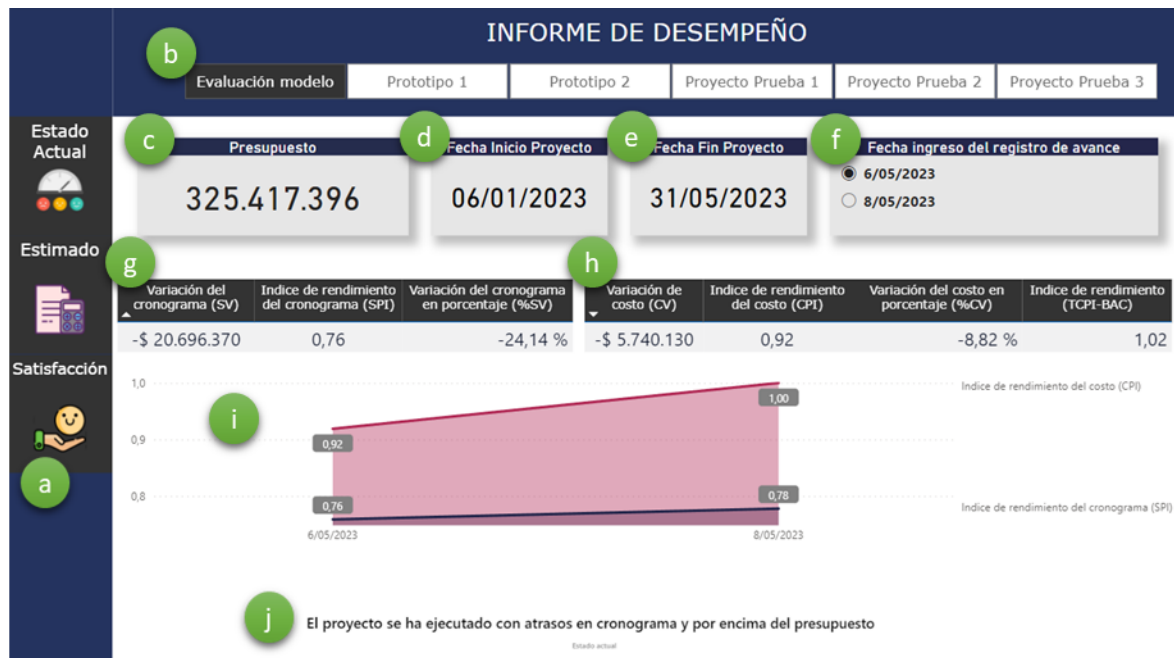
El *dashboard* construido que se presenta en este proyecto fue desarrollado en la herramienta de análisis de datos *Power BI*, la cual permite mediante sus motores de bases de datos y relacionamientos, power query y DAX, realizar el procesamiento de los datos y toda su etapa de análisis de datos, para finalmente otorgar las variables y herramientas necesarias para la construcción del *dashboard*.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Teniendo los elementos descritos anteriormente se desarrolló la construcción de cada una de las visuales que, a consideración del trabajo desarrollado, son las más relevantes para demostrar la hipótesis planteada en el capítulo 5 de este trabajo.

Esta primera visual permite identificar el presupuesto del proyecto aprobado, fecha de inicio y fin comprometida, filtrar por la fecha de estado a evaluar y claramente tener una interpretación del análisis descriptivo que responde a poder entender cuál es el estado del proyecto con respecto al análisis de rendimiento de tiempos y costo y cuál ha sido su tendencia (ver figura 25).

Figura 25. Estado del proyecto



Fuente. Elaboración propia

Los elementos que se observan en la figura 25 se describen de la siguiente manera:

- Menú de las visuales desarrolladas: desde allí se puede interactuar entre las visuales del informe.

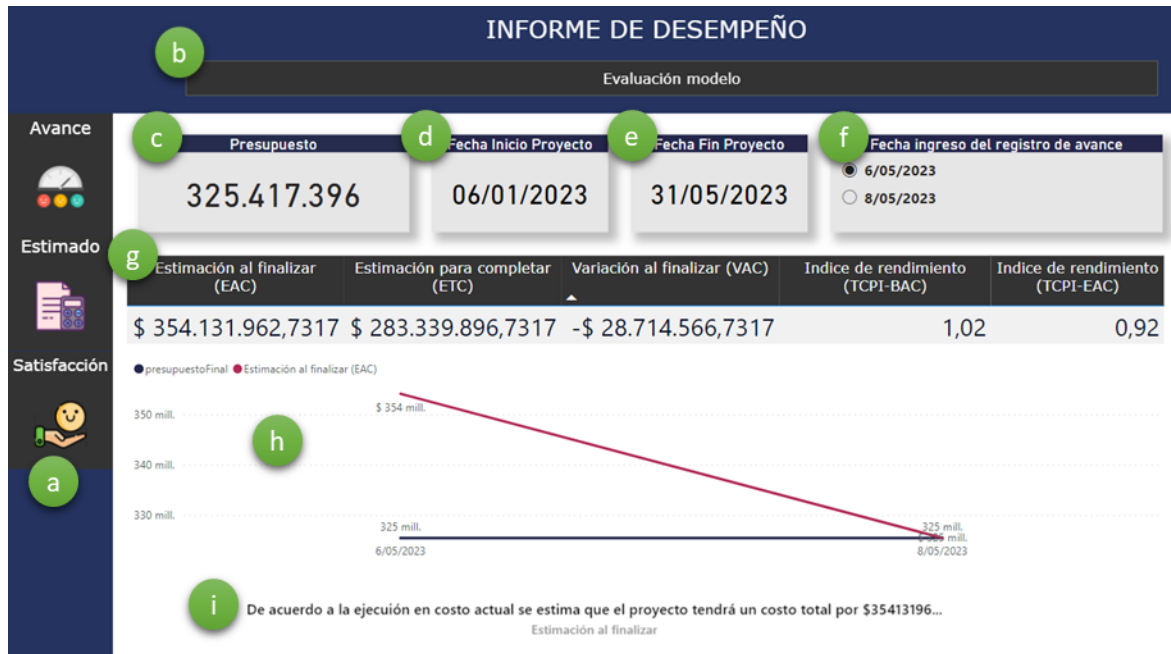
DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- b) Filtros de los proyectos reportados en la herramienta: de acuerdo al nombre del proyecto se puede seleccionar el que se requiere analizar.
- c) Indicador de presupuesto del proyecto indicado por el gerente de proyectos.
- d) Fecha inicio del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- e) Fecha final del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- f) Segmentación de la fecha de corte en la cual se quiere definir el análisis del proyecto, que fue indicada en el registro de avance.
- g) Tabla de indicadores 1: allí se presentan indicadores de gestión a la fecha, como lo son: el SV, SPI y %SV (detallados en la tabla 8).
- h) Tabla de indicadores 2: allí se presentan indicadores de gestión a la fecha, como lo son: el CV, CPI y %CV TCPI-BAC (detallados en las tablas 8 y 10).
- i) Gráfica de tendencia entre las fechas de avance indicadas para el proyecto, de acuerdo con los indicadores SPI y CPI (detallados en la tabla 8).
- j) Diagnóstico actual del proyecto de acuerdo con el cronograma y costos.

Esta segunda visual permite identificar el presupuesto del proyecto aprobado, fecha de inicio y fin comprometida, filtrar por la fecha de estado a evaluar y claramente tener una interpretación del análisis descriptivo que responde a poder entender cuál es el estado del proyecto con respecto a la variación de presupuestos y como se encuentra el mismo en la actualidad (ver figura 26).

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 26. Predicciones



Fuente. Elaboración propia

Los elementos que se observan en la figura 26 se describen de la siguiente manera:

- Menú de las visuales desarrolladas: desde allí se puede interactuar entre las visuales del informe.
- Filtros de los proyectos reportados en la herramienta: de acuerdo con el nombre del proyecto se puede seleccionar el que se requiere analizar.
- Indicador de presupuesto del proyecto indicado por el gerente de proyectos.
- Fecha inicio del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- Fecha final del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- Segmentación de la fecha corte en la cual se quiere definir el análisis del proyecto, que fue indicada en el registro de avance.
- Tabla de indicadores 3: allí se presentan indicadores de gestión a la fecha, como lo son: el EAC, ETC, VAC, TCPI-BAC y TCPI-EAC (detallados en la tabla

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- h) Gráfica de tendencia entre las fechas de avance indicadas para el proyecto, de acuerdo con el indicador de costos EAC.
- i) Diagnóstico actual del proyecto de acuerdo con la diferencia en costos.

8.6.3.2. Satisfacción de los interesados

Esta tercera visual en el informe (ver figura 27) ha permitido empezar a relacionar otro tipo de variables, en este caso como la satisfacción de los interesados, con respecto al estado del proyecto y a sus proyecciones vistas anteriormente, busca brindarle al Gerente de Proyectos información para gestionar así los interesados conforme a los resultados obtenidos. Allí se podrá identificar la cantidad de detractores y promotores, para el respectivo seguimiento y toma de decisiones y acciones frente a las expectativas de interesados. El cálculo interno para lograr definir qué tipo de interesados se clasifican como promotores y cuales como detractores se desarrolla mediante una condicional por la cual se interpretan los parámetros definidos en la sección 8.3.3.3 de este documento, de esta misma manera fue calculado el indicador NPS encontrado en esta misma sección.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 27. Referencias



Fuente. Elaboración propia

Los elementos que se observan en la figura 27 se describen de la siguiente manera:

- Menú de las visuales desarrolladas: desde allí se puede interactuar entre las visuales del informe.
- Filtros de los proyectos reportados en la herramienta: de acuerdo al nombre del proyecto se puede seleccionar el que se requiere analizar.
- Indicador de presupuesto del proyecto indicado por el gerente de proyectos.
- Fecha inicio del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- Fecha final del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- Segmentación de los tipos de interesados que han dado su opinión sobre el proyecto.
- Cantidad de interesados que realizaron una calificación clasificada como Promotores.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- h) Cantidad de interesados que realizaron una calificación clasificada como Detractores.
- i) Calificación promedio de los interesados en la esquila definida.
- j) Diagnóstico actual del proyecto de acuerdo con el estado de este y la percepción de sus interesados.

8.6.3.3. Análisis de datos

Esta cuarta y última visual en el informe (ver figura 28) fue desarrollada con el fin de generar valor a los Gerentes e interesados del proyecto, de tal manera que se facilite la interpretación de las mediciones y pueda focalizar sus esfuerzos en la búsqueda de estrategia y toma de decisiones para alcanzar el éxito del proyecto.

Figura 28. Visual Análisis de datos



Fuente. Elaboración propia

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Los elementos que se observan en la figura 28 se describen de la siguiente manera:

- a) Menú de las visuales desarrolladas: desde allí se puede interactuar entre las visuales del informe.
- b) Filtros de los proyectos reportados en la herramienta: de acuerdo al nombre del proyecto se puede seleccionar el que se requiere analizar.
- c) Indicador de presupuesto del proyecto indicado por el gerente de proyectos.
- d) Fecha inicio del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- e) Fecha final del proyecto indicada por el gerente de proyectos.
- f) Segmentación de los tipos de interesados que han dado su opinión sobre el proyecto.
- g) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Estamos adelantados o atrasados?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.
- h) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Qué tan eficientemente estamos usando el tiempo?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.
- i) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Estamos por debajo o por encima de nuestro presupuesto?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.
- j) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Qué tan eficientemente estamos utilizando nuestros recursos?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.
- k) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Cuan eficientemente debemos usar nuestros recursos restantes?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- l) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Cuál es el costo probable del proyecto?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.
- m) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Estaremos por debajo o por encima del presupuesto?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.
- n) En este ítem de la visual se detalla la pregunta ¿Cuánto costará el trabajo restante?, con su respectivo análisis del estado actual en cuanto a esa inquietud.

Con la definición que se muestra desde el modelo de analítica de datos a cada una de las preguntas descritas en la figura 28, se espera que los gerentes de proyectos puedan determinar en qué estado se encuentra su proyecto y cuales acciones correctivas o de mejora pueden implementar para lograr el éxito. Esto dando respuesta a la hipótesis planteada en el desarrollo de este trabajo y no solo esto, sino que se ha permitido con este resultado evaluar que el modelo de analítica de datos permite desarrollar las capacidades analítica descriptiva y predictiva sobre el desempeño de un proyecto para la toma de decisiones comprobando la variable de “análisis de datos” referenciada en este trabajo.

8.6.3.4. Estado del proyecto en cuanto a los hitos

Esta quinta visual en el informe (ver figura 29) ha permitido identificar el análisis de los datos con relación a los hitos ingresados para el proyecto, en esta sección del tablero se pueden conocer los valores CPI y SPI del avance de los hitos.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 29. Referencias

ID_Proyecto	Nombre_Hito	Numero_Hito	Fecha_Fin_Hito	Valor_Planeado_Hito	Valor_Ganado_Hito	Costo_Real_Hito	(CPI) Hito	(SPI)
202307041344	v cxxx v c	1	04/08/2023	5000	2000	5000	0,40	
Total				5000	2000	5000	0,40	

Fuente. Elaboración propia

Los elementos que se observan en la figura 29 se describen de la siguiente manera:

- Menú de las visuales desarrolladas: desde allí se puede interactuar entre las visuales del informe.
- Filtros de los proyectos reportados en la herramienta: de acuerdo al nombre del proyecto se puede seleccionar el que se requiere analizar.
- Tabla con los registros y resultados ingresados para los hitos definidos en el modelo de datos.

8.7. Mantenimiento

Como parte del mantenimiento del modelo de analítica de datos, se ha diseñado un modelo de *Release* de aplicación, con un enfoque de gestión híbrido el cual busca la mejora continua de la aplicación considerando:

- Requerimientos de aplicación
- Desarrollo de nuevas tecnologías

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Como se puede ver en el esquema de la figura 30, el modelo de *Release* contempla un módulo de gestión y un módulo de ciclo de vida de la solución, contemplados en 4 fases: preparación, planeación, ejecución y cierre.

Se contempla una preparación de gestión anual, y *releases* de 4 meses que gestionen el backlog de producto priorizado, se realicen los desarrollos y sus etapas respectivas.

Figura 30. Esquema de mantenimiento



Fuente. Elaboración propia

9. Análisis de resultados y discusión

El uso de modelos de datos ha tomado cada vez más fuerza pues estos proporcionan información para entender el contexto de una situación, entender el por qué ha sucedido, qué es probable que suceda y qué se necesita hacer para cumplir con los objetivos planteados. Por consecuencia, la ciencia y la tecnología han desarrollado grandes modelos de minería de datos y de inteligencia de negocio que fueron aplicados y adaptados en el desarrollo del modelo de acuerdo con los objetivos que se querían alcanzar.

El desarrollo de software para la gestión de proyectos tiene una tendencia en aumento, sin embargo, no todas las organizaciones cuentan con la capacidad adquisitiva de invertir en este tipo de aplicaciones por sus costos de licenciamiento y desarrollo a la hora de implementarlas. Los resultados obtenidos, revelan que para mejorar la gestión de proyectos no solo se requiere de grandes plataformas con alto costo, se ha demostrado que es factible el desarrollo de un modelo de analítica de datos propio alineado a los objetivos de negocio para realizar una buena gestión de desempeño de los proyectos y que este en sí, facilita la toma de decisiones estratégicas hacia el éxito de proyectos, viabilizando la identificación de cuál es el estado del proyecto, su tendencia y proyección.

De acuerdo con los resultados obtenidos en todo el proceso de análisis, diseño, desarrollo, evaluación e implementación del modelo de analítica de datos para la medición del desempeño de proyectos, se demostró que por medio de un modelo base de datos y la aplicación de analítica descriptiva y predictiva es posible generar una herramienta enfocada en la medición de desempeño, que puede llegar a minimizar tiempo y esfuerzo de los Gerentes de proyectos, otorgando esta alternativa tecnológica para conocer oportunamente el estado de un proyecto y las estimaciones para que de

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

esta manera puedan focalizarse en la toma de decisiones y en la generación de estrategias para llegar al éxito del proyecto.

Se logró aplicar un método de minería de datos, técnicas de valor ganado, mediciones de satisfacción de cliente, modelado de datos y herramientas de inteligencia de negocio encontradas y orientadas gracias a la búsqueda teórica en el estado del arte, las cuales fueron seleccionadas, adaptadas y utilizadas exitosamente para el desarrollo del modelo de analítica de datos propuesto, esto finalmente fue la columna vertebral de este trabajo teniendo en cuenta que era necesario contar con una metodología que permitiera adaptarla y aplicarla para cumplir con el objetivo principal de este trabajo.

Para el desarrollo exitoso del modelo de analítica de datos, se inició desde el entendimiento claro de los objetivos y alcance esperado para la solución desde una mirada de negocio, a partir de este se evaluaron los recursos, supuestos y restricciones, y de esta manera se ejecutó el ciclo de vida de la solución bajo la comprensión y preparación de los datos que implicó el desarrollo de una página web que consolidará las diferentes fuentes de recolección de datos, el desarrollo de un sistema de inicio de sesión que contemplará un nivel de seguridad para el uso de la aplicación, la construcción de los formularios de registro, la definición de variables de rendimiento, estimación y nivel de satisfacción a medir, y la construcción de condicionales para la interpretación de los datos dentro del modelo de analítica de datos, se generó el modelado de datos dimensional y una vez evaluado el funcionamiento de todas esas variables y recursos, se procedió a implementar el modelo de analítica de datos a través de un informe web (*dashboard*) para el usuario final de la aplicación.

Para asegurar este resultado mencionado en los párrafos anteriores, la evaluación de este modelo contempló asegurar la calidad de los resultados de cálculos e indicadores de medición, el aseguramiento de la información a través de visuales de inteligencia de negocios mediante representaciones gráficas y el despliegue de textos de

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

interpretación bajo los análisis estadísticos implementados para tal fin, además del análisis y medición de las variables definidas para este trabajo de grado.

A partir del desarrollo y evaluación del modelo de analítica de datos propuesto, se logró identificar en un caso de estudio real, que se refuerza la hipótesis en que esta herramienta puede brindar información que facilitaría la toma de decisiones estratégicas hacia el éxito de proyectos, y que este puede responder a la necesidad del Gerente de Proyecto logrando acceder de una manera oportuna y sencilla para identificar claramente cuál es el estado del proyecto, su tendencia y proyección, sin embargo, es importante tener en cuenta que esta no se logró comprobar teniendo en cuenta el alcance de este trabajo.

Dentro de las dificultades presentadas en el desarrollo de este trabajo, es la carencia de información frente a la sinergia de la analítica de datos con la medición de proyectos, adicional a esto, la complejidad en el relacionamiento de variables para el modelo de analítica de datos requiriendo mayor esfuerzo, por contra parte se demostró que el esfuerzo incurrido se dio para el diseño del modelo de analítica de datos, su desarrollo y evaluación, generando así un producto mínimo viable de tal manera que este modelo ya puede ser escalable para su uso en la medición de desempeño sobre cualquier proyecto que cuente con línea base comprometida.

Como se ha mencionado, el alcance del modelo de analítica de datos contempló dos de las cuatro capacidades analíticas (analítica descriptiva y analítica predictiva), permitiendo en esta primera fase habilitar herramientas de fácil acceso y uso para los Gerentes de Proyecto entendiendo que en muchas ocasiones estos mismos o sus equipos desconocen la manera de interpretar los resultados de este tipo de mediciones limitando así el valor que este puede generar para la toma de decisiones. Con el fin de continuar contribuyendo en la generación de valor para la gestión de proyectos, será beneficioso el mantener y evolucionar la aplicación hacia completar todo el alcance y así

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

no solo ofrecer herramientas disruptivas sino alineadas a las diferentes necesidades vistas en la vida productiva de las organizaciones y su búsqueda continua de transformación digital.

10. Conclusiones y Trabajo Futuro

10.1. Conclusiones

Partiendo de una interpretación general desde el estado del arte sobre la analítica de datos en la gerencia de proyectos, y todos los recursos requeridos para la medición de un proyecto, se logró hacer el planteamiento de una herramienta funcional, por medio de la cual un gerente de proyectos puede ingresar los datos básicos de su proyecto en el estado actual, logrando conocer como ha sido el comportamiento del mismo y con qué factores de decisión dispone para poder tener un éxito mayor o un avance más eficiente en la ejecución de su proyecto.

Muchas veces lo complejo para un gerente de proyectos no está en el modelamiento de los datos, ni en su construcción, sino en cómo se pueden interpretar dichos datos y poder tomar las decisiones adecuadas para el desarrollo de la problemática o incluso de las oportunidades de mejora que se pueden lograr en el desarrollo de un proyecto. Es por esto por lo que con esta herramienta se otorga una visión global de un análisis cuantitativo y un análisis cualitativo del estado de un proyecto.

Se puede percibir cómo es posible generar una herramienta genérica para la gerencia de proyectos, partiendo de herramientas básicas que son usadas en el común de la analítica de datos y Big data, y no requieren grandes conocimientos de expertos para su manejo e interpretación.

Un hallazgo relevante, en la elaboración de este trabajo de grado, es el planteamiento de la posibilidad de poder realizar un análisis descriptivo y predictivo a la gestión de proyectos, mediante la aplicación del enfoque de minería de datos, CRISP-DM en conjunto con la metodología de diseño de almacenamiento de datos propuesta por Kimball. Una vez conceptualizados los dos enfoques se adaptaron creando un esquema de desarrollo alineado al cumplimiento de los objetivos que se tenían planteados. La

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

metodología de análisis propuesto se puede aplicar a diferentes proyectos que se encuentren en ejecución y que dentro de la gestión de proyecto tengan definido, alcance, tiempos y costo comprometidos.

Durante la creación del modelo de analítica de datos, se logró reconocer que la técnica de valor ganado propuesta por el Project Management Institute, tiene componentes fundamentales para identificar el estado actual de un proyecto y poder generar estimaciones cercanas a la realidad del proyecto. Con el modelo de analítica de datos, no solo se calculan estos indicadores, sino que se ha proporcionado tarjetas de interpretación para simplificar su entendimiento, además de contar con un modelo sencillo basado en el registro de datos que son procesados y que responden a preguntas fundamentales de estado de un proyecto. Para confirmar su aplicabilidad a través de un caso de estudio de la vida real, se logró evaluar el desempeño del modelo, con buenos resultados y con oportunidades de mejora que fueron tenidas en cuenta en su aplicación.

Finalmente, con este modelo de analítica de datos se ha identificado una gran oportunidad de negocio, lista para madurar y evolucionar, en función a las necesidades del mercado y los grandes desarrollos tecnológicos que cada día se aceleran más y que están impulsando u obligando a las organizaciones en la búsqueda de actualización y mejora continua a través de la gestión de proyectos, por ende, el dar continuidad a lo que puede ser el desarrollo de una aplicación disruptiva facilitaría no solo las actividades profesionales diarias sino un camino hacía el emprendimiento.

10.2. Trabajo futuro

Si bien en el presente trabajo se lograron los objetivos esperados y se demostró lo que se planteó en un inicio, es importante precisar que siempre se van a encontrar mejoras, retos, o propuestas de valor, que pueden llegar a ser un enfoque para trabajar en un futuro. Por ejemplo, se puede partir del hecho que la construcción de la herramienta planteada es un prototipo básico que da respuesta a lo que requiere un proyecto para su medición y analítica descriptiva, sin embargo, se evidencia una gran oportunidad en abordar de una manera más amplia la capacidad de analítica de diagnóstico a través de una medición más granular, es decir con la medición de tareas, actividades y entregables, logrando visualizar de una forma más específica donde están los focos de atención.

Como parte del trabajo futuro se ha empezado a trabajar en un artículo científico que permitirá identificar los diferentes aportes académicos y científicos que se han realizado en el mundo en relación con la medición de proyectos mediante la analítica de datos y que de esta manera pueda proporcionar nuevas ideas para la evolución de este modelo de analítica de datos.

Por otra parte, otra oportunidad a desarrollar es que el modelo de analítica de datos también pueda responder a una analítica prescriptiva que llegue a responder preguntas como: ¿qué debería hacer?, bajo la funcionalidad de simular acciones y sobre esto proyectar resultados sobre los cuales tomar decisiones y minimizar así la incertidumbre que pueden generar este tipo de gestión que pueda realizar un Gerente de Proyecto. Considerando las oportunidades descritas anteriormente el modelo de analítica de datos cumpliría con el total de las capacidades analíticas y se esperaría que posterior a su desarrollo pueda convertirse en una aplicación tecnológica escalable.

11. Referencias

- Aguilar, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=ifR5EAAAQBAJ&pg=PA80&dq=analisis+descriptivo+diagnostico+predictivo+y+prescriptivo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi1p63uk_n5AhUyQzABHVWXBpUQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=analisis%20descriptivo%20diagnostico%20predictivo%20y%20pre
- Aguilar, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=ifR5EAAAQBAJ&pg=PA80&dq=analisis+descriptivo+diagnostico+predictivo+y+prescriptivo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi1p63uk_n5AhUyQzABHVWXBpUQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=analisis%20descriptivo%20diagnostico%20predictivo%20y%20pre
- Almeida, R., Abrantes, R., Romao, M., & Proenza, I. (2020). *The Impact of Uncertainty in the Measurement of Progress in* . Obtenido de ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/>
- Ambriz Avelar, R. (2008). *La gestión del valor ganado y su aplicación: Managing earned value and its application*. Obtenido de Paper presented at PMI® Global Congress 2008—Latin America, São Paulo, Brazil.
- Ameijide, L. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI*. Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/45590/7/lameijideTFC0116memoria.pdf>
- Arboleda, G. (2013). *Proyectos Identificación, formulación, evaluación y gerencia*. (2ª Ed.). Alfaomega. . Obtenido de <https://www.alphaeditorialcloud.com/reader/proyectos-identificacion-formulacion-evaluacion-y-gerencia?location=664>

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

B. Koke, R. M. (2019). *Revista de producción más limpia*. Obtenido de

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.079>

Bara, M. (23 de Julio de 2019). *OBS Business School*. Obtenido de

<https://www.obsbusiness.school/blog/el-project-management-mejorado-con-analytics>

Bara, M. (23 de Julio de 2019). *OBS Business School*. Obtenido de

<https://www.obsbusiness.school/blog/el-project-management-mejorado-con-analytics>

Carrillo, J. (2018). *Big Data - Analítica del aprendizaje y minería de datos aplicados en la*

Universidad. Obtenido de Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación:

<https://scholar.archive.org/work/jutj4ayekbhxnflaszvb3iufm/access/wayback/http://www.journalprosciences.com:80/index.php/ps/article/download/56/260>

Catucuamba, B. (2019). *Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos, una Propuesta de*

Mejora. Obtenido de Universidad Central de Ecuador:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19365>

Chen, z., Chen, S., Guan, S., Deng, G., & Chen, Z. (2022). *Contract Performance*

Monitoring Method Based on Earned Value Management and Performance

Threshold Model. Obtenido de <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3535782.3535799>

Chiavenato, I. (2002). *Administración de los nuevos tiempos*. McGraw Hill.Colombia.

Del Carpio, J. (2008). *Administración del valor ganado aplicado a proyectos de tecnología*

de información. Obtenido de Industrial Data:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81611211007>

Diez, H., Perez, E., Perez, F., & Montes, M. (2012). *Medición del desempeño y éxito en la*

dirección de proyectos: perspectiva del manager público. Obtenido de Revista

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Escuela de Administración de Negocios:

<https://doi.org/10.21158/01208160.n73.2012.586>

Forero, D., & Sanchez, J. (2021). *Introducción a la Inteligencia de Negocios Basada en la Metodología KIMBALL*. Obtenido de Revista Technol.Investig. Academia TIA:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/18082>

Franco, G. (2022). *COLUMNA REFERENTES: INDICADORES PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO*. PMI Santiago de Chile. Obtenido de

<https://pmi.cl/web/2022/04/02/indicadores-para-el-analisis-financiero-del-proyecto/>

García, S., Ramirez, S., Luengo, J., & Herrera, F. (2016). *Big Data: Preprocesamiento y Calidad de Datos*. Obtenido de Novática:

[http://150.214.190.154/sites/default/files/ficherosPublicaciones/2133_Nv237-](http://150.214.190.154/sites/default/files/ficherosPublicaciones/2133_Nv237-Digital-sramirez.pdf)

[Digital-sramirez.pdf](http://150.214.190.154/sites/default/files/ficherosPublicaciones/2133_Nv237-Digital-sramirez.pdf)

Guo, K., & Zhang, L. (2022). *Multi-objective optimization for improved project*

management: Current status and future directions. Obtenido de Automation in Construction:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580522001297>

Hernandez, S. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Jeroën Colín, A. M. (2015). *Sistemas de apoyo a la toma de decisiones*. Obtenido de

<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2015.08.002>

Jeroen, C., Annelies, M., Mario, V., & Mathieu, W. (2015). *A multivariate approach for top-down project control using earned value management*. Obtenido de Decision

Support Systems:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923615001554>

Jeroen, C., Annelies, M., Mario, V., & Mathieu, W. (2015). *A multivariate approach for top-down project control using earned value management*. Obtenido de Decision

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Support Systems:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923615001554>

Korhonen, T., A. J., Teemu, L., & Natalia, S. (13 de 12 de 2022). *How performance measurement can support achieving success in project-based operations* .

Obtenido de *International Journal of Project Management* 41 (2023) 102429:

<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.11.002>

LLedó, P., & Rivarola, G. (Pearson Education S.A. de Febrero de 2007). *Gestión de Proyectos*. Obtenido de *Cómo dirigir proyectos exitosos, coordinar los recursos humanos y administrar los riesgos*:

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-libre.pdf?1518546090=&response-content-)

[libre.pdf?1518546090=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-libre.pdf?1518546090=&response-content-)

[disposition=inline%3B+filename%3DGestion_De_Proyectos.pdf&Expires=168469](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-libre.pdf?1518546090=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_De_Proyectos.pdf&Expires=168469)

[9740&Signature=OS6gLSaDic8dnauLA6C8VsuatECnKOxQNNZRU894hVzDzA-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-libre.pdf?1518546090=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_De_Proyectos.pdf&Expires=168469)

[vgRbpLbBscmWWG](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-libre.pdf?1518546090=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_De_Proyectos.pdf&Expires=168469)

López, Y. (2018). *Business Intelligence. ADGG102PO*. Málaga: IC Editorial.

Maldonado, S., & Vairetti, C. (Marzo de 2022). *Analytics y Big Data*. Barcelona: RIL

Editores. Obtenido de eLibro: <https://elibro->

[net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/225562](https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/225562)

Maravas, A., & John-Paris Pantouvakis. (2012). *Project cash flow analysis in the presence of uncertainty in activity duration and cost*. Obtenido de *International Journal of Project Management*:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786311001074>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2018). *Herramientas de analítica para la explotación de datos*. Obtenido de

https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-272748_recurso_1.pdf

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Ocaña, J. (2012). *Gestión de Proyectos con Mapas Mentales*. Obtenido de

https://www.google.com.co/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_proyectos_con_mapas_mentales/0tqwqPtUArgC?hl=es&gbpv=1&dq=gestion+de+proyectos&printsec=frontcover

Oliva, A. (2015). *El valor ganado: 125 preguntas y respuestas*. Obtenido de Editorial

Bubok Publishing: <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/51404>

Paúl Quiñones Martínez, R. C. (2022). *Diseño de un Sistema de Seguimiento y Control de Proyectos basado en la Técnica de Gestión del Valor Ganado para Mejorar la Gestión de Proyectos Institucionales en una Entidad de Microfinanzas en Trujillo*.

Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18687/>

Pavez, I., Gomez, H., Liu, C. L., & Gonzalez, V. A. (18 de 11 de 2022). *Revista*

Internacional de Gestión de Proyectos. Obtenido de *Medición del desempeño del equipo del proyecto: una revisión y conceptualización:*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786322001314?via%3Dihub>

Pavez, I., Gómez, H., Liu, C., & Vicente A. González. (2022). *Measuring project team*

performance: A review and conceptualization. Obtenido de *International Journal of Project Management:*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786322001314>

Piñeiro, J. (2013). *Base de datos relacionales y modelado de datos*. Obtenido de

Ediciones Paraninfo, SA:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=udFECQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=modelado+de+datos&ots=liSe8qgmaO&sig=pSTy80uvt92QaOnIFcT1zaLXA14

Project Management Institute. (2001). *Earned Value Standard -2nd*.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Project Management Institute. (2022). *Global Megatrends*. Obtenido de

https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pmi-megatrends-2022.pdf?v=72f90d4a-275c-431d-86be-2b547e750d01&sc_lang_temp=es-419

Project Management Institute & PWC. (2022). *Madurez de la oficina de gestión de proyectos*. Obtenido de Lecciones del Nivel Superior Global:

<https://www.pmi.org/learning/library/es-madurez-de-la-oficina-de-gestion-de-proyectos-13630>

Project Management Institute. (2021). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos , (Guía del PMBOK)*. Obtenido de Séptima Edición, Project Management Institute Inc.

Project Management Institute. (2022). *Medir lo importante: Por qué necesita cambiar su perspectiva sobre el éxito del proyecto*. Obtenido de Thought Leadership Series.:

<https://www.pmi.org/learning/library/es-medir-lo-importante-13635>

Rivera, F. (2018). *Aplicación de Business Intelligence en una pequeña empresa mediante el uso de Power BI*. Obtenido de Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/32877>

Rosado, A., & Rico, D. (2010). *Inteligencia de negocios: Estado del arte*. Obtenido de Scientia Et Technica,: <https://doi.org/10.22517/23447214.1803>

Salvador García, S. R.-G. (2016). Big Data: Preprocesamiento y calidad de datos. *Big Data monografía*, 17-23.

Toro, F. (2020). *Indicadores claves para evaluar y controlar proyectos*. Obtenido de Ediciones de la U:

https://www.google.com.co/books/edition/Indicadores_y_claves_para_evaluar_y_cont/BeEZEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=medici%C3%B3n+de+desempe%C3%B1o+proyectos&pg=PA53&printsec=frontcover

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Villaseca, D. (2016). *Digitaliza tu Negocio*. Madrid, España: ESIC Editorial.

Wallace, W. (2002). *Gestión de Proyectos*. Obtenido de Edinburgh Business School:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60618796/Gestion_de_Proyectos20190916-88476-112la4u-libre.pdf?1568699262=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_de_Proyectos.pdf&Expires=1684709675&Signature=ZZnw2p~UiBjGh4d6E3j1x2V8CQ6SJkqeZQHxqER

Wang, C., Tang, Y., Kassem, M., Ong, H., Sí, J., & Ali, K. (2022). *Nueva herramienta de análisis de rendimiento de valor ganado integrado de calidad para la producción de cartera de proyectos sostenibles*. Obtenido de

<https://doi.org/10.3390/su14138174>

World Economic Forum. (2022). *Strategic Intelligence*. Obtenido de

<https://intelligence.weforum.org/topics/a1G680000004C9hEAE/key-issues/a1G680000004CPVEA2>

World Economic Forum. (2022). *Strategic Intelligence*. Obtenido de World Economic Forum Strategic Intelligence 2022

<https://intelligence.weforum.org/topics/a1G680000004C9hEAE/key-issues/a1G680000004CPVEA2>

Xingguang Chen, S. C. (2022). *Método de seguimiento del desempeño del contrato basado en lo ganado Modelo de Gestión de Valor y Umbral de Desempeño*.

Obtenido de <https://doi.org/10.1145/3535782.3535799>

Zapata, L. (2021). *Análítica de datos para monitorear el desempeño de los estudiantes del colegio Francisco de Miranda*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia:

<https://hdl.handle.net/10983/27216>

12. ANEXOS

12.1. ANEXO A. Manual de usuario: herramienta tecnológica para la medición de proyectos.



Manual de Usuario

V1 07/2023



Administración de Usuarios y soporte de la Plataforma

Para Creación, Modificación e Inactivación de Usuarios, Reportar incidentes o generar solicitudes de modificación a datos de proyecto que no impactan Línea base (Nombre Gte Proyecto o Nombre Proyecto)

- 1 Diligencia el siguiente formulario con tu solicitud
<https://forms.office.com/r/ufX4kyBtD>
- 2 Una vez diligenciada, tu solicitud será atendida en máximo dos días hábiles



Módulo: Inicio



En la página de inicio vas a poder acceder a los siguientes módulos de trabajo

- [Registro de proyecto](#)
- [Registro de avance](#)
- [Encuesta de satisfacción](#)
- [Control de cambios](#)
- [Gestión de desempeño](#)
- [Plan de Hitos](#)
- [Seguimiento de Hitos](#)

¡Selecciona el módulo que quieres conocer!

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Módulo Registro de Proyecto

ean Medición de proyectos Inicio Registro de proyecto Registro de avance Encuesta de satisfacción Control de cambios Gestión del desempeño

REGISTRO DE PROYECTO

Registro de proyecto

Nombre del proyecto*
Nombre del proyecto

Nombre gerente de proyecto*
Nombre Gerente de proyecto

Fecha inicio* Fecha Fin* Presupuesto (BAC)*
dd/mm/aaaa dd/mm/aaaa Presupuesto del proyecto

Registrar

Este registro debe ser generado por el Gerente de Proyecto asignado, cuándo este cambia tener en cuenta que se debe realizar una solicitud como se describe en el apartado de soporte en este mismo documento

¡Ten en cuenta

- **Fecha de inicio:** Debe ser la aprobada por Sponsor sobre la cual se estableció la Línea Base del Proyecto
- **Fecha de fin:** Debe ser la aprobada por Sponsor sobre la cual se estableció la Línea Base del Proyecto

Módulo Registro de Avance

ean Medición de proyectos Inicio Registro de proyecto Registro de avance Encuesta de satisfacción Control de cambios Gestión del desempeño

REGISTRO DE AVANCE

Registro de avance

ID*
Ingresa el código generado en el Registro de proyecto

Valor Planeado (BAC)* Valor Ganado (BAC)*
Ingresa el Valor Planeado del proyecto Ingresa el Valor Ganado del proyecto

Costo Real (BAC)* Presupuesto (BAC)*
Ingresa el Costo Real del proyecto Ingresa el Presupuesto del proyecto

Fecha inicio* Fecha Fin*
Fecha inicio Fecha fin

Registrar

Este registro debe ser generado por el Gerente de Proyecto asignado, cuándo este cambia tener en cuenta que se debe realizar una solicitud como se describe en el apartado de soporte en este mismo documento

¡Ten en cuenta!

- **LLave:** Una vez se generó el registro de proyecto este ha generado un ID, debes indicar ese número
- **Valor Planeado:** Indicar el valor planeado a la fecha de estado que quieres evaluar
- **Valor Ganado:** Indicar el valor ganado a la fecha de estado que quieres evaluar
- **Costo Real:** Indicar el costo real a la fecha de estado que quieres evaluar

Cuando requieras modificar el Presupuesto (BAC) Fecha de inicio y/o Fecha Fin del proyecto, recuerda que este debe ser a través de la aprobación de un control de cambios del Sponsor de tu proyecto

Módulo Encuesta de Satisfacción

Si deseas medir la satisfacción de tus interesados, recuerda que deben tener acceso a la herramienta, crear solicitud a través del proceso mencionado al inicio de este documento

Se recomienda, medir este nivel de satisfacción de manera semanal

Nombre y Apellidos *
Tu respuesta

ID del proyecto *
Tu respuesta

¿Qué tan satisfecho estás con los resultados de proyecto? *
Selecciona la calificación que mejor concuerde

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Describe de una manera breve el porque considera la calificación mencionada anteriormente:
Tu respuesta

Rol en el proyecto *
 Sponsor
 Equipo de proyecto
 Otro

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS



Módulo Control de Cambios

Cuando quieras modificar el Presupuesto (BAC) Fecha de inicio y/o Fecha Fin del proyecto, recuerda que este debe ser a través de la aprobación de un control de cambios del Sponsor de tu proyecto

Recuerda siempre tener el soporte de la aprobación



Módulo Plan de Hitos

Esta opción te permitirá planear hitos en tu proyecto y que te permitan como Gerente de Proyecto hacer seguimiento a algún punto de estado específico que consideres importante validar.

Recuerda siempre relacionar la llave que es el ID del proyecto y diligenciar el número de hito consecutivo



Seguimiento de Hitos

Esta opción te permitirá hacer seguimiento a los hitos registrados en el plan, con el fin de poder analizar su impacto dentro del desarrollo del proyecto.

Recuerda siempre relacionar la llave que es el ID del proyecto y diligenciar el número de hito asignado en el momento de su planeación

12.2. ANEXO B. Artículo de revisión Medición de desempeño: Valor ganado y Valor de negocio

Medición de desempeño: Valor ganado y Valor de negocio

Carlos Rubén Herrera Vargas¹
caherrer96587@universidadean.edu.co

Stephany Herrera Vargas¹
sherrer75476@universidadean.edu.co

Universidad EAN, Departamento de Proyectos, Maestría en Gestión de Proyectos (1)

Resumen

La gestión de proyectos se ha convertido en el mecanismo que las organizaciones adoptan para cumplir la planificación estratégica que plantean, tal importancia entrega al director de proyectos contar con diferentes técnicas, metodologías y herramientas para visibilizar el grado de cumplimiento, esfuerzo, calidad, costo y tiempo de cada uno de los proyectos que apalancaran esa estrategia corporativa. La gestión de proyectos ha evolucionado de tal manera que existen a hoy diferentes enfoques metodológicos y a su vez nuevos avances tecnológicos que nos hacen confiar en que puede existir un modelo de analítica de datos para la gestión de proyectos y que para llegar a ello buscamos a través de este artículo entender la medición de desempeño, la aplicación de técnicas de valor ganado y ahora de lo que es el valor de negocio como fuente de información clave para esta construcción.

Palabras Clave: alcance, tiempo, costo, beneficio, métricas, valor.

Abstract

Project management has become the mechanism that organizations adopt to fulfill the strategic planning they propose, such importance gives the project manager to have different techniques, methodologies and tools to visualize the degree of compliance, effort, quality, cost and time of each of the projects that leverage that corporate strategy. Project management has evolved in such a way that today there are different methodological approaches and in turn new technological advances that make us confident that there can be a data analytics model for project management and that to get there we seek through this article to understand the performance measurement, the application of earned value techniques and now what is the business value as a source of key information for this construction.

Keywords: scope, time, cost, benefit, metrics, value.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, hemos visto como la humanidad ha enfrentado diferentes cambios y ha conceptualizado a hoy 4 revoluciones industriales como consecuencia de la búsqueda por mejorar sus condiciones de vida, de esta manera, se han marcado hitos representativos tanto en lo social, económico, cultural, organizacional y ambiental.

La primera revolución fue identificada como la “mecanización” donde se dio el gran salto de pasar de una economía rural a una industrial, dando lugar a la segunda revolución de “electricidad” como complemento de la primera pues se evoluciono con producción masiva de energía eléctrica y producción en cadena; en la tercera revolución industrial de la “informática” empezamos a ver avances relacionados con la automatización, informática, electrónica y las comunicaciones y que fue la base para la cuarta revolución industrial de la

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

“digitalización” que ha permitido reconocer un presente y un futuro donde tecnologías emergentes como el internet de las cosas, los sistemas cibernéticos, la inteligencia artificial, big data, ciencia de datos, entre otros; son los promotores de cambio que representan la reinención de un mundo que busca evolucionar a través de la tecnología y la transformación digital para el desarrollo y mejora en la calidad de vida de las personas.

Ahora bien, con las nuevas tecnologías emergentes en especial con la ciencia de datos, Harvard Data Science Initiative a través del (World Economic Forum, 2022) mencionan que “El objetivo fundamental de cualquier análisis de datos constructivo es extraer la información codificada en los datos y usarla para actualizar nuestra comprensión del mundo y guiar nuestro comportamiento colectivo de una manera positiva.” Y no solo esto, también mencionan allí que las diferentes herramientas fundamentales para el análisis de datos pueden ser aplicadas en cualquier campo, de esta manera surge la necesidad de poder entender como la analítica de datos puede ser aplicada en la gestión de proyectos.

Para empezar a entender esta alienación, (Bara, OBS Business School, 2019) refiere que “los datos basados en proyectos con análisis pueden permitir a los gerentes y ejecutivos de proyectos medir, observar y analizar el desempeño del proyecto de manera objetiva y tomar decisiones y compromisos basados en hechos.” Además, que esto permitirá comprender patrones y tendencias que puedan mejorar el éxito de los proyectos.

Dado lo anterior, en este artículo de revisión se propone ahondar en la medición de proyectos, la técnica de valor ganado y el valor de negocio que sea la base para construir conocimiento bajo la sinergia entre la analítica de datos y la gestión de proyectos, que permita posteriormente construir un modelo analítico de acuerdo con el enfoque de desarrollo que tenga cada proyecto y que finalmente genere valor a los líderes de proyecto para gestionar y poder tomar decisiones oportunas y estratégicas.

MÉTODO

El método utilizado para este artículo se desarrolló mediante herramientas tecnológicas y de consultas de información, para este método se identificaron los temas centrales del artículo, para poder segmentar la búsqueda y conseguir información específica de lo requerido.

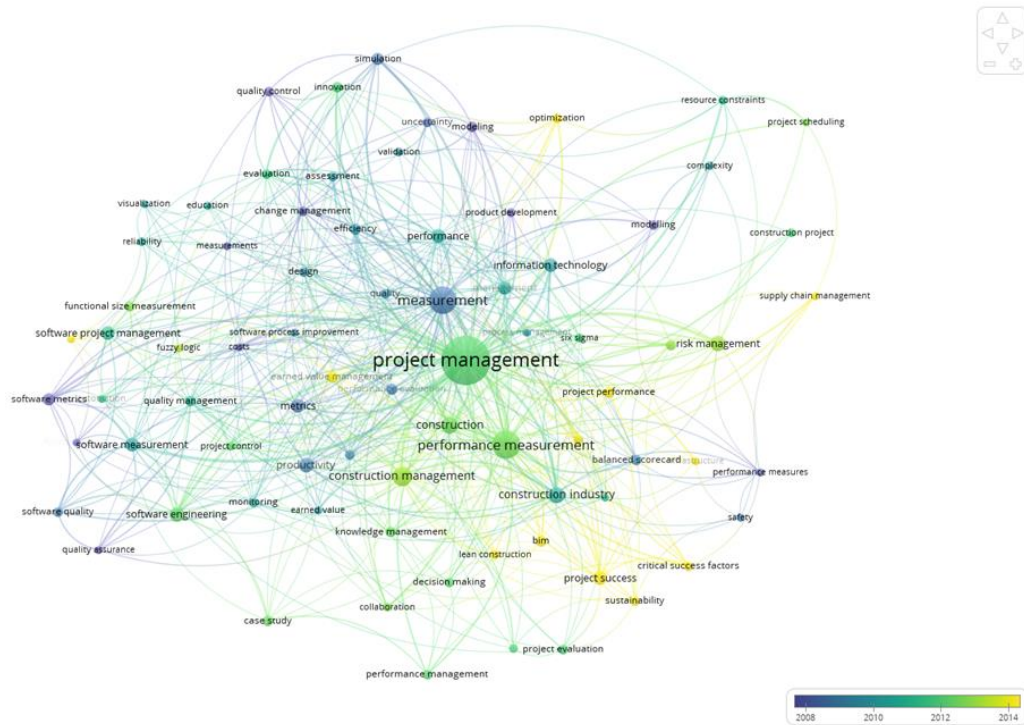
Al realizar dicha búsqueda e implementándola en una herramienta de selección de criterios bibliográficos, se determinaron los siguientes:

- Por autor: se seleccionaron los autores que tenían una gran cantidad de referencias en el tema, logrando destacar bibliografía relevante de cada uno.
- Por tema: de acuerdo con el tema principal se encontraron una serie de subtemas, los cuales se priorizaron de acuerdo a las necesidades del desarrollo de este artículo, identificando la correlación que tienen con otros temas, y la cantidad de información que se puede encontrar del mismo.
- Por país: se logró identificar en cual país se encuentra más información de los temas deseados, y así mismo poder conocer cual país tiene más cantidad de autores y de referencias para consultar.

Finalmente, se seleccionaron las bibliografías que más se ajustan a la problemática que se busca solucionar, de las cuales se extrae la información para lograr centrar la discusión del presente artículo.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Figura 31. Red bibliográfica de temas



Fuente: Elaboración propia (programa VOSviewer)

DISCUSIÓN

Medición del desempeño:

La medición del desempeño de proyectos ejerce relevancia para la gestión de proyectos siendo este el medio para visibilizar la eficiencia y coherencia con la alienación estratégica de las organizaciones, la literatura refiere de tres niveles de análisis utilizados por los académicos: (1) equipo, (2) proyecto y (3) organización (Pavez, Gomez, Liu, & Gonzalez, 2022), a su vez, en la mayoría de literatura revisada se encuentra que la medición en gestión de proyectos tiene un enfoque principalmente de alcance, tiempo y costo, entendiendo que la clave para lograr la mejora del desempeño del proyecto es mejorar aspectos particulares del proyecto a través de la optimización de factores influyentes estrechamente relacionados que pueden contribuir al desempeño deseado del proyecto (Guo & Zhang, 2022).

De esta manera el rol de gerente del proyecto es el responsable de determinar la naturaleza de la relación entre la incertidumbre del tiempo y el costo, para todas y cada una de las actividades. Además, la experiencia del proyecto puede ayudar a comprender la naturaleza específica del trabajo en cuestión y su relación con la forma de pago negociada. (Maravas & John-Paris Pantouvakis, 2012).

Las diferentes referencias literarias demuestran que la medición de desempeño puede llegar a dimensiones financieras claves como lo puede ser el flujo de efectivo de un proyecto, la incertidumbre se puede codificar de una manera bastante simple y las evaluaciones iniciales de la duración de la actividad difusa y el costo representan la percepción o estimación de la incertidumbre por parte del gerente del proyecto (Maravas & John-Paris Pantouvakis, 2012).

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Ahora bien, dentro de las técnicas de medición de desempeño de un proyecto, esta la técnica de valor ganado que Proporciona, desde el principio, indicadores de los resultados esperados para el proyecto, en función de su desempeño anterior, y destaca la necesidad de acciones correctivas, lo que permite al director del proyecto ajustar su estrategia de acuerdo con los objetivos previstos (Almeida, Abrantes, Romao, & Proenza, 2020)

Otra de las técnicas para la medición de desempeño es la simulación de Montecarlo, que permite la incorporación de la duración de la actividad y las incertidumbres de costos mediante la asignación de una función de distribución de probabilidad a las estimaciones de referencia. (Jeroen, Annelies, Mario, & Mathieu, A multivariate approach for top-down project control using earned value management, 2015).

De acuerdo con buenas prácticas que menciona el PMBOK 7ª edición (Project Management Institute, 2021) , se encuentra la importancia de crear y gestionar métricas que contienen atributos del proyecto o del producto y como medirlas, en esta última parte se recomienda el establecer los umbrales que permitirán identificar el desempeño del trabajo esperado. Usualmente como tipo de métricas se encuentran las que están asociadas al producto o servicio específico que ira acorde a los entregables y compromisos definidos para el proyecto específico, además de tener en cuenta las métricas asociadas a las mediciones de desempeño de cronograma y costo que normalmente están regidos de acuerdo al portafolio o definiciones organizacionales, donde este tipo de métricas estarán sujetas a la línea base definida como eje central para medir la variación del desempeño real.

Teniendo en cuenta el valor de las personas en la ejecución de los proyectos y el valor del desempeño en los proyectos para la gestión, la literatura alinea estos dos conceptos en lo que es la medición de equipo de proyecto que debe adaptarse al tipo de equipos que se pretende estudiar, ya que las medidas de evaluación del desempeño pueden variar según la tarea y el contexto. características que los equipos necesitan administrar. De manera similar a los resultados del equipo del proyecto, existe cierto acuerdo general sobre las medidas perceptivas que deben evaluarse como resultados del equipo del proyecto, como el cumplimiento de los objetivos del proyecto, calidad y satisfacción del cliente (Pavez, Gómez, Liu, & Vicente A. González, 2022)

Técnica de valor ganado (EVM)

El valor ganado es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos, la cual tiene la finalidad de controlar la ejecución de los proyectos mediante lo presupuestado y el cronograma dispuesto para el proyecto, es definido por (Bryde et al., 2018) “como una herramienta de uso común que integra las líneas base de alcance, cronograma y costo para permitir que el equipo del proyecto evalúe objetivamente el estado del proyecto de manera visual”. (B. Koke, 2019) Así mismo, su relevancia e impacto en la medición del desempeño de la gestión de proyectos, otorgando directrices para poder mitigar posibles errores y problemas que se pueden dar en el curso del proyecto. “También se puede definir más ampliamente como: una técnica o herramienta para medir el estado del proyecto o un elemento principal del proyecto a medida que avanza el trabajo y pronosticar el costo final y la duración total del proyecto o elemento” (Project Management Institute, 2021)

Se establecen y monitorean tres dimensiones clave:

- Valor Planificado (PV o Planned Value por sus siglas en inglés): Que es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado, sin contar con la reserva de gestión. El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC).

- Valor Ganado (EV o Earned Value por sus siglas en inglés): Es la medida del trabajo realizado expresado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. El EV medido debe corresponderse con la PMB (línea base para la medición del desempeño) y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente.

- Costo Real (AC o Actual Cost por sus siglas en inglés): Es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico. El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV. (Paúl Quiñones Martínez, 2022)

Las características adicionales relacionadas para que EVM tenga éxito son: bajo nivel de conflicto de objetivos, comportamiento oportunista, asimetría de información, ocultación de resultados negativos; alto grado de confianza, justicia organizacional; e información completa (Bryde et al., 2018).

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

A continuación, se presentan algunos puntos de vista de autores expertos en el tema, quienes han logrado desarrollar herramientas de gestión que impactan directamente la problemática en discusión, por ejemplo, en el artículo de (Wang, y otros, 2022) “Durante la fase de implementación del proyecto, un tipo de trabajo se repite varias veces antes de que finalice el proyecto. Si se descubre un error o defecto típico de ese trabajo en particular al principio del proyecto, evita que se repita el mismo error o defecto hasta que se complete el proyecto. De hecho, esto mejorará la calidad de todo el proyecto y reducirá el desperdicio de construcción durante la fase de implementación del proyecto. Esto no se observa en otras herramientas de gestión de calidad similares como CONQUAS, QCLASSIC o PASS.”, otorga una solución en la mitigación de los errores durante el curso de los proyectos, por medio de la identificación a tiempo de este y poniendo en marcha planes de contingencia los cuales se enfocan en que dicha situación no se vuelva a generar en el transcurso total del proyecto.

Por otra parte, (Xingguang Chen, 2022) da una visión diferente en cuanto al tema ...de acuerdo con las características del contrato del proyecto, se establece el benchmark de gestión del valor ganado que cumple con el contrato, luego se analiza la ruta crítica para determinar los nodos clave de seguimiento, y finalmente se analiza el valor de rendimiento de los nodos de monitoreo”. En el proceso de análisis, se puede llevar a cabo un análisis integral del desempeño general actual del proyecto y la asignación de recursos. “Advertir previamente los riesgos que puedan surgir entre ellos, con el fin de ayudar al director del proyecto a corregir las desviaciones en el proceso del proyecto de manera oportuna, para garantizar que el proyecto se pueda ejecutar normalmente de acuerdo con el contrato.”

Entre ellos, el costo, el cronograma y el método de estimación del desempeño de la calidad de cada nodo de monitoreo y el método de evaluación del desempeño general del proyecto son las claves para el monitoreo del desempeño del contrato. La sección combinará el método de gestión del valor ganado, la función de utilidad y el modelo de estructura tridimensional de Hall para determinar el cálculo.

Si bien se basa en hacer un monitoreo de los problemas encontrados, a diferencia del método anterior, se centra en generar unos nodos de monitoreo advirtiendo los riesgos que se pueden dar en cada uno y sus posibles correcciones o ajustes.

Para casos específicos en los que se ha logrado desarrollar herramientas para mitigar los problemas que se pueden encontrar en varios tipos de proyectos, se define información relevante que puede llegar a aplicarse de forma transversal en los proyectos, como se presenta en el siguiente caso “...modelo multivariado que utiliza EVM/ES para el control de la programación del proyecto de arriba hacia abajo. Este modelo asume un papel importante en un sistema de apoyo a la decisión, ya que se encuentra en la interfaz entre el seguimiento y la adopción de medidas correctivas. En función de los resultados del modelo multivariado propuesto, el director del proyecto profundiza en la WBS y toma medidas si el proyecto está en peligro. La necesidad de un enfoque multivariable está dictada por la naturaleza misma del sistema de medición EVM/ES. Un director de proyecto se enfrenta a observaciones de las variables EVM/ES que sufren sobrecarga de datos, redundancia y ruido. Basado en el principio del control de procesos por lotes, hemos introducido un modelo de múltiples variantes para el control de programación de proyectos de arriba hacia abajo.” (Jeroën Colín, 2015)

A diferencia de las herramientas anteriores, esta se basa en un tipo de proyectos de arriba hacia abajo, sin embargo, puede ser funcional en otro tipo de proyectos, llegando a la finalidad de la discusión la cual es mitigar el impacto de los errores o problemas que se pueden generar durante el proyecto, pero en este caso utilizando métodos de medición centrados en el control de procesos por lotes, siempre observando desde la WBS y así mismo tomando decisiones.

Cabe mencionar no olvidar lo que puede ser una sobrecarga de datos: a medida que avanza el proyecto, los indicadores de desempeño se capturan periódicamente, lo que genera un gran volumen de datos. Hasta donde sabemos, ninguno de los indicadores de desempeño ha sido identificado como el más confiable en todos los resultados del proyecto. Por lo tanto, es aconsejable que el director del proyecto supervise e interprete todas las métricas de control de programación de EVM/ES simultáneamente. (Jeroen, Annelies, Mario, & Mathieu, A multivariate approach for top-down project control using earned value management, 2015)

Valor de negocio:

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Este es otro tipo de medición de desempeño que proporciona la literatura, son utilizados para mantener la alineación de los proyectos con los casos de negocio y planes de realización de beneficios, en este sentido se hace referencia a indicadores financieros como:

- Relación costo-beneficio: conocida también como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto. Cuanto más pequeño es el índice de beneficio del desempeño del contrato, peor es el progreso del proyecto en el proceso de progreso real, menor es el valor real de utilidad realizado y menor es el nivel de gestión del proyecto. (Chen, Chen, Guan, Deng, & Chen, 2022)
- Retorno de la inversión (ROI): El ROI o Retorno de Inversión (Return On Investment) es un valor que mide el rendimiento económico que se obtiene al realizar una inversión.

En el caso de los proyectos como menciona el (Project Management Institute, 2021) especialmente aquellos que durante el ciclo de vida del proyecto van entregando beneficios, las diferentes mediciones que se pueden ir programando podrá ser insumo para la toma de decisiones oportunas incluyendo casos de cancelación de proyectos.

- Valor presente neto (VPN): Esta medida permite determinar si tiene sentido continuar con la inversión de recursos de la organización, pues corresponde a la diferencia entre el valor actual de las entradas de caída con el valor actual de las salidas durante el periodo de tiempo seleccionado.

Ahora bien, como lo menciona (Franco, 2022) es importante tener en cuenta que se puede usar y confiar el VPN y la TIR solo si se cumplen dos condiciones:

- 1- Si los proyectos se comparan utilizando el VPN, se debe elegir una tasa de descuento que refleje fielmente el riesgo de cada proyecto. No hay problema si dos proyectos se descuentan a tasas diferentes, porque un proyecto es más riesgoso que el otro. Recuerde que el resultado del VPN es tan confiable como la tasa de descuento elegida. Si la tasa de descuento no es realista, la decisión de aceptar o rechazar el proyecto no tiene fundamento y no es confiable.
- 2- Si se utiliza la TIR, el proyecto NO debe aceptarse sólo porque su TIR es muy alta. La gerencia debe preguntarse si es posible mantener una TIR tan impresionante.

En caso de retraso del proyecto, los costes indirectos aumentan proporcionalmente, mientras que ocurre lo contrario en caso de finalización anticipada del proyecto, durante la implementación del proyecto, el flujo de efectivo es crucial para la evaluación de los requisitos de capital de trabajo, ya que la diferencia entre los gastos y los pagos del proyecto determina las reservas de capital necesarias. (Maravas & John-Paris Pantouvakis, 2012).

CONCLUSIONES

Partiendo del cómo se realiza la medición del desempeño en los proyectos actualmente, y como el gerente de proyectos debe garantizar el éxito de los mismos, se presentan varias herramientas que son utilizadas frecuentemente por los gerentes de proyectos, para lograr mitigar posibles errores o problemas dentro de sus proyectos, principalmente aquellas que tienen como fundamento su medición de desempeño por medio del valor ganado. Otorgando diferentes alternativas e integrando nuevos modelos de medición para lograr eficiencia en la gestión de proyectos a futuro.

Todo esto con la finalidad global de dar un alcance a los gerentes de proyectos por medio de alternativas tecnológicas de análisis, las cuales les ayudaran a ser más eficientes en sus proyectos, y obtener el éxito esperado en los mismos, así mismo; permitiendo dar un avance significativo a la gerencia de proyectos a nivel global.

Referencias

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- Aguilar, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=ifR5EAAAQBAJ&pg=PA80&dq=analisis+descriptivo+diagnostico+predictivo+y+prescriptivo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi1p63uk_n5AhUyQzABHVWXBpUQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=analisis%20descriptivo%20diagnostico%20predictivo%20y%20pre
- Aguilar, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=ifR5EAAAQBAJ&pg=PA80&dq=analisis+descriptivo+diagnostico+predictivo+y+prescriptivo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi1p63uk_n5AhUyQzABHVWXBpUQ6AF6BAgLEAI#v=onep
- Almeida, R., Abrantes, R., Romao, M., & Proenza, I. (2020). *The Impact of Uncertainty in the Measurement of Progress in* . Obtenido de ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/>
- Ambriz Avelar, R. (2008). *La gestión del valor ganado y su aplicación: Managing earned value and its application*. Obtenido de Paper presented at PMI® Global Congress 2008—Latin America, São Paulo, Brazil.
- Ameijide, L. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI*. Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/45590/7/lameijideTFC0116memoria.pdf>
- Arboleda, G. (2013). *Proyectos Identificación, formulación, evaluación y gerencia*. (2ª Ed.). Alfaomega. . Obtenido de <https://www.alphaeditorialcloud.com/reader/proyectos-identificacion-formulacion-evaluacion-y-gerencia?location=664>
- B. Koke, R. M. (2019). *Revista de producción más limpia*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.079>

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Bara, M. (23 de Julio de 2019). *OBS Business School*. Obtenido de

<https://www.obsbusiness.school/blog/el-project-management-mejorado-con-analytics>

Bara, M. (23 de Julio de 2019). *OBS Business School*. Obtenido de

<https://www.obsbusiness.school/blog/el-project-management-mejorado-con-analytics>

Carrillo, J. (2018). *Big Data - Analítica del aprendizaje y minería de datos aplicados en la Universidad*. Obtenido de Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación:

<https://scholar.archive.org/work/jutj4ayekbhxnflaszvb3iufm/access/wayback/http://www.journalprosciences.com:80/index.php/ps/article/download/56/260>

Catucuamba, B. (2019). *Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos, una Propuesta de Mejora*. Obtenido de Universidad Central de Ecuador:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19365>

Chen, z., Chen, S., Guan, S., Deng, G., & Chen, Z. (2022). *Contract Performance Monitoring Method Based on Earned Value Management and Performance*

Threshold Model. Obtenido de <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3535782.3535799>

Chiavenato, I. (2002). *Administración de los nuevos tiempos*. McGraw Hill. Colombia.

Del Carpio, J. (2008). *Administración del valor ganado aplicado a proyectos de tecnología de información*. Obtenido de Industrial Data:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81611211007>

Diez, H., Perez, E., Perez, F., & Montes, M. (2012). *Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos: perspectiva del manager público*. Obtenido de Revista Escuela de Administración de Negocios:

<https://doi.org/10.21158/01208160.n73.2012.586>

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Forero, D., & Sanchez, J. (2021). *Introducción a la Inteligencia de Negocios Basada en la Metodología KIMBALL*. Obtenido de Revista Technol.Investig. Academia TIA:
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/18082>

Franco, G. (2022). *COLUMNA REFERENTES: INDICADORES PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO*. PMI Santiago de Chile. Obtenido de
<https://pmi.cl/web/2022/04/02/indicadores-para-el-analisis-financiero-del-proyecto/>

García, S., Ramirez, S., Luengo, J., & Herrera, F. (2016). *Big Data: Preprocesamiento y Calidad de Datos*. Obtenido de Novática:
http://150.214.190.154/sites/default/files/ficherosPublicaciones/2133_Nv237-Digital-sramirez.pdf

Guo, K., & Zhang, L. (2022). *Multi-objective optimization for improved project management: Current status and future directions*. Obtenido de Automation in Construction:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580522001297>

Hernandez, S. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Jeroën Colín, A. M. (2015). *Sistemas de apoyo a la toma de decisiones*. Obtenido de
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2015.08.002>

Jeroen, C., Annelies, M., Mario, V., & Mathieu, W. (2015). *A multivariate approach for top-down project control using earned value management*. Obtenido de Decision Support Systems:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923615001554>

Jeroen, C., Annelies, M., Mario, V., & Mathieu, W. (2015). *A multivariate approach for top-down project control using earned value management*. Obtenido de Decision Support Systems:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923615001554>

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

- Korhonen, T., A. J., Teemu, L., & Natalia, S. (13 de 12 de 2022). *How performance measurement can support achieving success in project-based operations* .
Obtenido de *International Journal of Project Management* 41 (2023) 102429:
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.11.002>
- LLedó, P., & Rivarola, G. (Pearson Education S.A. de Febrero de 2007). *Gestión de Proyectos*. Obtenido de *Cómo dirigir proyectos exitosos, coordinar los recursos humanos y administrar los riesgos*:
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55794167/Gestion_De_Proyectos-libre.pdf?1518546090=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_De_Proyectos.pdf&Expires=1684699740&Signature=OS6gLSaDic8dnauLA6C8VsuatECnKOxQNNZRUR894hVzDzA-vgRbpLbBscmWWG
- López, Y. (2018). *Business Intelligence. ADGG102PO*. Málaga: IC Editorial.
- Maldonado, S., & Vairetti, C. (Marzo de 2022). *Analytics y Big Data*. Barcelona: RIL Editores. Obtenido de eLibro: <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/225562>
- Maravas, A., & John-Paris Pantouvakis. (2012). *Project cash flow analysis in the presence of uncertainty in activity duration and cost*. Obtenido de *International Journal of Project Management*:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786311001074>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2018). *Herramientas de analítica para la explotación de datos*. Obtenido de
https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-272748_recurso_1.pdf
- Ocaña, J. (2012). *Gestión de Proyectos con Mapas Mentales*. Obtenido de
https://www.google.com.co/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_proyectos_con_ma

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

pas_mentales/0tgwqPtUArgC?hl=es&gbpv=1&dq=gestion+de+proyectos&printsec
=frontcover

Oliva, A. (2015). *El valor ganado: 125 preguntas y respuestas*. Obtenido de Editorial

Bubok Publishing: <https://elibro->

net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaeaan/51404

Paúl Quiñones Martínez, R. C. (2022). *Diseño de un Sistema de Seguimiento y Control*

de Proyectos basado en la Técnica de Gestión del Valor Ganado para Mejorar la

Gestión de Proyectos Institucionales en una Entidad de Microfinanzas en Trujillo.

Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18687/>

Pavez, I., Gomez, H., Liu, C. L., & Gonzalez, V. A. (18 de 11 de 2022). *Revista*

Internacional de Gestión de Proyectos. Obtenido de Medición del desempeño del

equipo del proyecto: una revisión y conceptualización:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786322001314?via%3>

Dihub

Pavez, I., Gómez, H., Liu, C., & Vicente A. González. (2022). *Measuring project team*

performance: A review and conceptualization. Obtenido de International Journal of

Project Management:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786322001314>

Piñeiro, J. (2013). *Base de datos relacionales y modelado de datos*. Obtenido de

Ediciones Paraninfo, SA:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=udFECQAAQBAJ&oi=fnd&p

[g=PA1&dq=modelado+de+datos&ots=liSe8qgmaO&sig=pSTy80uvt92QaOnIFcT1](https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=udFECQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=modelado+de+datos&ots=liSe8qgmaO&sig=pSTy80uvt92QaOnIFcT1)

[zaLXA14](https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=udFECQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=modelado+de+datos&ots=liSe8qgmaO&sig=pSTy80uvt92QaOnIFcT1)

Project Management Institute. (2001). *Earned Value Standard -2nd*.

Project Management Institute. (2022). *Global Megatrends*. Obtenido de

<https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought->

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

leadership/pmi-megatrends-2022.pdf?v=72f90d4a-275c-431d-86be-2b547e750d01&sc_lang_temp=es-419

Project Management Institute & PWC. (2022). *Madurez de la oficina de gestión de proyectos*. Obtenido de Lecciones del Nivel Superior Global:
<https://www.pmi.org/learning/library/es-madurez-de-la-oficina-de-gestion-de-proyectos-13630>

Project Management Institute. (2021). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*, (Guía del PMBOK). Obtenido de Séptima Edición, Project Management Institute Inc.

Project Management Institute. (2022). *Medir lo importante: Por qué necesita cambiar su perspectiva sobre el éxito del proyecto*. Obtenido de Thought Leadership Series.:
<https://www.pmi.org/learning/library/es-medir-lo-importante-13635>

Rivera, F. (2018). *Aplicación de Business Intelligence en una pequeña empresa mediante el uso de Power BI*. Obtenido de Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/32877>

Rosado, A., & Rico, D. (2010). *Inteligencia de negocios: Estado del arte*. Obtenido de Scientia Et Technica,: <https://doi.org/10.22517/23447214.1803>

Salvador García, S. R.-G. (2016). Big Data: Preprocesamiento y calidad de datos. *Big Data monografía*, 17-23.

Toro, F. (2020). *Indicadores claves para evaluar y controlar proyectos*. Obtenido de Ediciones de la U:
https://www.google.com.co/books/edition/Indicadores_y_claves_para_evaluar_y_cont/BeEZEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=medici%C3%B3n+de+desempe%C3%B1o+proyectos&pg=PA53&printsec=frontcover

Villaseca, D. (2016). *Digitaliza tu Negocio*. Madrid, España: ESIC Editorial.

DISEÑO DE UN MODELO DE ANALÍTICA DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS

Wallace, W. (2002). *Gestión de Proyectos*. Obtenido de Edinburgh Business School:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60618796/Gestion_de_Proyectos20190916-88476-112la4u-libre.pdf?1568699262=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGestion_de_Proyectos.pdf&Expires=1684709675&Signature=ZZnw2p~UiBjGh4d6E3j1x2V8CQ6SJkqeZQHxqER

Wang, C., Tang, Y., Kassem, M., Ong, H., Sí, J., & Ali, K. (2022). *Nueva herramienta de análisis de rendimiento de valor ganado integrado de calidad para la producción de cartera de proyectos sostenibles*. Obtenido de

<https://doi.org/10.3390/su14138174>

World Economic Forum. (2022). *Strategic Intelligence*. Obtenido de

<https://intelligence.weforum.org/topics/a1G680000004C9hEAE/key-issues/a1G680000004CPVEA2>

World Economic Forum. (2022). *Strategic Intelligence*. Obtenido de World Economic Forum Strategic Intelligence 2022

<https://intelligence.weforum.org/topics/a1G680000004C9hEAE/key-issues/a1G680000004CPVEA2>

Xinguang Chen, S. C. (2022). *Método de seguimiento del desempeño del contrato basado en lo ganado Modelo de Gestión de Valor y Umbral de Desempeño*.

Obtenido de <https://doi.org/10.1145/3535782.3535799>

Zapata, L. (2021). *Análítica de datos para monitorear el desempeño de los estudiantes del colegio Francisco de Miranda*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia:

<https://hdl.handle.net/10983/27216>